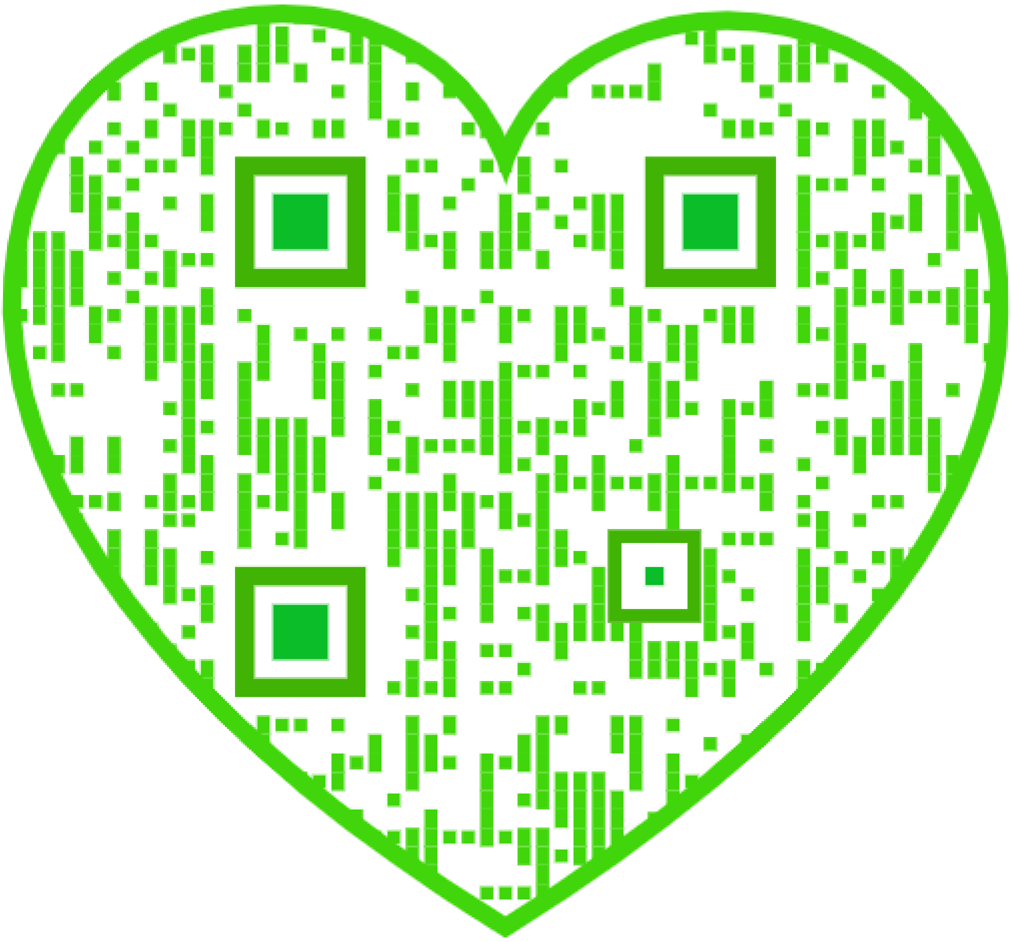
CIEL ET TERRE

BULLETIN

DE LA

Société Belge d'Astronomie



La figure du titre est la reproduction d'un Fragment de Frise Celto-Étrusque.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE

ET

Revue populaire d'Astronomie,
de Météorologie et de Physique
:— du Globe —:

Couronné par l'Académie des Sciences de Belgique

XXXIVe ANNÉE

BRUXELLES
SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE
—
1913

CIEL ET TERRE

XXXIVe ANNÉE

BULLETIN

DE LA

Société Belge d'Astronomie

—

18e ANNÉE. — 1913

—

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Astronomie.

La Société astronomique de Roumanie et son organe «Orion» 75
Les signaux scientifiques T. S. F., par M. E. Delporte 94
Les nébuleuses et l'origine des mondes, par M. E. Belot 115
Sur la distribution des étoiles d'après leurs couleurs, par M. Paul Nashan, S.J. 120
Les travaux astronomiques d'Olaüs Roemer, par M. G. van Biesbroeck . 152
Le P. Verbiest et l'astronomie sino-européenne, par M. A. Damry . . . 215
L'astronomie et la physique du globe au IVe Congrès de l'Association espagnole pour l'avancement des sciences, par M. Emm. Ma S. Navarro Neumann, S. J.. 240
Notes pratiques sur l'observation des étoiles variables, par M. Maurice E. J. Gheury 287, 319, 351
Sur quelques applications du sélénium en astrophysique, par le P. Navarro Neumann, S. J. 369

Pages

Atmosphère.

Aspect troublé de l'atmosphère pendant l'été 1912 . . . . . . 32, 110, 207
Eruptions volcaniques et troubles optiques de l'atmosphère 110
Propositions de la Commission internationale pour l'étude scientifique de la haute atmosphère, par M. E. Lagrange 176
Action morbide du brouillard, par M. Félix Bertyn 343

Bibliographie.

SARTON, GEORGE. Isis. Revue consacrée à l'histoire de la science. E. L. 77, 113
POHLE, Dr JOSEPH. Die Sternenwelten und ihre Bewohner. E. L. . . . 78
P. CRÉPIN DE BEAUREGARD. Guide scientifique du géographe explorateur. E. D.. 113
P. STROOBANT. Les progrès récents de l'astronomie, 1911. E D. . . . 114
I. GALLI. Gli effetti fisici e chimici dei fulmini globulari. C. De Jans . . 143
E. ROTHÉ. Les applications de la télégraphie sans fil. V. D. V. 145
J. VINCENT. Annuaire météorologique pour 1913. F. Bertyn 145
L. N. VANDEVYVER. Annuaire météorologique de la station de géographie mathématique de l'Université de Gand 146
R. S. TARR et LAWRENCE MARTIN. The Earthquakes at Yakutat (Alaska), in september 1899. E. L.. 177
MINTROP, LUDGER. Uber die Ausbreitung der von den Massendrucken einer Grossgasmaschine erzeugten Bodenschwingungen. E L. 208
F. EREDIA e F. CASTRIOTA. L'Estate del 1912. P. P. 211
CAVE. The structure of the Atmosphere in clear Weather. E. L. . . . 213
GALLI, IGNAZIO. Stagioni e fulmini nell' anno 1912 254
A. J. BERRY. The atmosphere. E. L 254
GALLI, IGNAZIO. Projetto per l'osservazione dei fulmini in Italia. E. L. . . 282
HELLMANN, G. Das meteorologisch-magnetische Observatorium bei Potsdam. E L. 283
MOYE, MARCEL. L'Astronomie. 284
LUC PICART. Calcul des orbites et des éphémérides (Encyclopédie scientifique Doin) 285
WEICKMAN, L. Die Trübung der Atmosphäre durch Vulkanasche im Sommer und Herbst 1912, nach den Beobachtungen einiger bayerischen Stationen. E. L. 285
ZEISSIG, C Zwei graphische Methoden der Herdbestimmung von Erbeben. 286
LAIS, R. et SIEBERG, A. Das mitteleuropäische Erdbeben vom 16 November 1911 und seine Beziehungen zum geologischen Aufbau Süddeutschlands 286
VON SCHMIDT, Dr et MACK. Das suddeutsche Erdbeben vom 16 November 1911 286
COLLARD, A. Catalogue alphabétique des livres, brochures et cartes de la Bibliothèque de l'Observatoire royal de Belgique. t. III. Accroissement 318
VAN BIESBROECK, G. et CASTEELS, L. Études sur les étoiles variables. E. D. 348
JARRY-DESLOGES Observations des surfaces planétaires. 349
BUTAVAND, F. Les lois empiriques du système solaire et les harmonies tourbillonnaires. 350
HUGH ROBERT MILL. British Rainfall, 1912, par M. F. Bertyn 381

Pages

Biographie.

Henri Poincaré (1854-1912), par M. Georges Sarton 1, 37
Le portrait de H. Poincaré. 110
En l'honneur du P. Verbiest, S. J. 255

Bolides 282

Climatologie.

Climat de la Belgique (Bulletin du), décembre 1912 28
— — janvier 1913 71
— — février 1913 103
— — mars 1913. 139
— — avril 1913. 17
— — mai 1913 198
— — juin 1913 246
Bulletin du climat de la Belgique, par M. F. Bertyn, juillet 1913 . . . 373
— — — août 1913 375
Climat et récoltes, par P. P. 31

Comètes.

La comète 1912 (*d*) (Lowe), par E. D. 111
Comète Gale 1912*a*, par E. D. 204
Comète 1913*a* Schaumasse, par E. D. 205

Éclipses.

Eclipse totale de Lune du 21 mars 1913 206

Étoiles.

Sur l'étoile RU Girafe (B. D. + 69 417), par M. Luizet 16
Sur l'étoile χ Cygne, par M. Luizet 19
Sur la distribution des étoiles d'après leurs couleurs, par M. Paul Nashan, S. J. 130
Nouvelles variables 205
Binaire spectroscopique 205
Occulation d'une étoile par Jupiter, par E. D. 206
Notes pratiques sur l'observation visuelle des étoiles variables, par Maurice E.-J. Gheury 287, 319, 351
Études sur les étoiles variables, par G. Van Biesbroeck et L. Casteels. E. D. 348

Foudre.

Méfaits de la foudre en octobre 1913, par Félix Bertyn 317

Heure.

Conférence internationale de l'heure, par M. V. D. V. 11
La réception ou la captation des ondes hertziennes, par M. A. Boutquin . 48
Les fuseaux horaires 177
Description d'une horloge monumentale, par Lucien Charlotteaux . . . 273
Réglementation de la T. S. F., par M. L. Vandevyver 381

Pages

Jupiter.

Occultation d'une étoile par Jupiter, par E. D. 206

Lune.

Atlas photographique de la Lune, Pl. LXIV 79
— Pl. LXV. 147

Magnétisme.

Les taches solaires et les variations du champ magnétique terrestre, par E. L. 33
La période annuelle de la fréquence des orages magnétiques, par E. L. . 34
La croisière magnétique du *Carnegie* 207
Bulletin magnétique, avril 1913, par le P. Ortega, S. J. 310
— mai 1913, — 311
— juin 1913, — 311
— juillet 1913, — 312
— août 1913, — 313
— septembre 1913, — 313

Météorologie.

Aspect troublé de l'atmosphère pendant l'été 1912 32
Observations météorologiques faites à Namur pendant la journée du 17 avril 1912, par M. P. Poskin 64
Aspect troublé de l'atmosphère en 1912 110
Éruptions volcaniques et troubles optiques de l'atmosphère 110
Les alizés et contre-alizés supérieurs, par M. W. Krebs 128
Vulgarisation de la météorologie (*suite*), par V. D. V. 179
Observations physiques faites à Spa en 1792, par le commandant Rochette 184
Les précipitations des 24-26 août 1912, par M. F. Bertyn. 190
Météorologie agricole, par M. P. Poskin. 200
La météorologie et la presse, par M. M.-L. Vandevyver 301
La météorologie aéronautique en France, par M. H. Perrotin 338

Observations.

Observations par M. L. Charlotteaux (Senzeilles). 67
— sismiques au Congo, par M. G. Smulders 101
— par M. Victor Brouhon 169

Observatoires.

L'observatoire de Kew et la chronométrie 202

Planètes.

Vénus, par E. D. 112

Procès-verbaux des séances.

Séance mensuelle du 27 novembre 1912. 25

Pages

Séance mensuelle du 18 décembre 1912 69
— du 1er février 1913. 137
— du 3 avril 1913. 192

Saturne.

Saturne 204

Soleil.

Bulletin de l'activité solaire, septembre 1912, par M. R. de Valdivia, S. J. 73
— — octobre 1912, — — 73
— — novembre 1912, — — 74
— — décembre 1912, — — 248
— — janvier 1913, par M. R. de Valdivia, S. J. 249
— — février 1913, — — 251
— — mars 1913, — — 251
— — avril 1913, — — 274
— — mai 1913, — — 274
— — juin 1913, — — 274
La loi de Spörer. 33
Les cadrans solaires arabes et leur usage religieux, par A. L. 75
L'activité solaire pendant l'année 1912 193

Sismologie.

Bulletin sismique, décembre 1912, par le P. Navarro Neumann, S. J. . 30
— janvier 1913, — — . 105
— février 1913, — — . 105
— mars 1913, — — . 141
— avril 1913, — — . 174
— mai 1913, — — . 196
— juin 1913, — — . 252
— juillet 1913, — — . 277
— août 1913, — — . 314
— septembre 1913, — — . 317
— octobre 1913, — — . 346
— novembre 1913, — — . 377
Le gouffre ou Mistpoeffers de l'ile d'Haïti, par E. L. 35
Les tremblements de terre enregistrés à Cartuja (Grenade) pendant l'année 1912, par le Père Navarro Neumann 85
Une station sismique dans la colonne de l'Erythrée 177

Varia.

Henri Poincaré (1854-1912), par M. George Sarton 37
Le portrait de H. Poincaré 110
La théorie de la chute des graves, par M. Charles François . . . 135, 167, 261

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

Pages

BELOT. Les nébuleuses et l'origine des mondes 115
BERTYN, Félix. Les précipitations des 24-26 août 1912 190
— Méfaits de la foudre en octobre 1913 317
— Action morbide du brouillard 343
— British Rainfall 381
BOUTQUIN, A. La réception ou la captation des ondes hertziennes 48
BROUHON, V. Observations 169
CHARLOTTEAUX, L. Observations 67
— Description d'une horloge cosmographique 278
DAMRY, A. Le P. Verbiest et l'Astronomie sino-européenne. 215
DELPORTE, E. Les signaux scientifiques T. S. F. 94
FRANÇOIS, Ch. La théorie de la chute des graves 135, 167, 261
GHEURY, Maurice-E.-J. Notes pratiques sur l'observation visuelle des étoiles variables. 287, 319, 351
LUIZET. Sur l'étoile RU Girafe (B.D + 69417). 16
— Sur l'étoile χ Cygne 19
NAVARRO NEUMANN (Le P.) S. J. Bulletins sismiques 30, 105, 141, 174, 196, 252, 277, 314, 317, 336
— Les tremblements de terre enregistrés à Cartuja pendant l'année 1912 . 85
— L'astronomie et la physique du globe au IVe Congrès de l'Association espagnole pour l'avancement des sciences 240
— Sur quelques applications du sélénium en astrophysique 390
PERROTIN, H. La météorologie aéronautique en France 338
POSKIN, P. Observations météorologiques faites à Namur, pendant la journée du 17 août 1912. 64
SARTON, Georges. Henri Poincaré (1854-1912). 1, 37
SILVA, G. L'aréobarographe de l'Observatoire de Padoue 56
VAN BIESBROECK, G. Les travaux astronomiques d'Olaüs Roemer 152
V. D. V. Conférence internationale de l'heure 11
VANDEVYVER, M. L. La météorologie et la presse 301
— Réglementation de la T. S. F. 623

FIGURES

1. Signaux horaires FL 13
2. Courbe de lumière de RU Girafe 19
3. — — χ Cygne. 23
4. Schéma cosmogonique de M. Belot. 123
5. Diagramme de la distribution des étoiles blancbes et rouges 132
6. Schéma relatif à la distribution des étoiles blanches et rouges 134
7. Lunette des hauteurs correspondantes. 157
8. Schéma de Roemer pour Mercure 160
9. Cercle méridien de Roemer. 163

Pages
10, 11, 12. *Machinæ pilenburgæ errores* 164
13. Girouette 181
14. — 181
15. Direction des vents 182
16. Diagramme des chronomètres de Kew 203
17. Onde sismique artificielle à Göttingen. 209
18. *Observationes astronomicæ* du P. Verbiest 221
19. — — 223
20. — — 226
21. — — 227
22. Globe céleste et quart de cercle de l'Observatoire de Péking 237
23. Observatoire de Péking 238

PLANCHES

Portrait de M. H. Poincaré 1
I. Ferdinand Verbiest. 213
II. L'éclipse du Soleil du 29 avril 1609 à Péking 230
III. L'éclipse de Lune du 25 mars 1671 232
IV. Planche extraite de *Astronomia europæa* de Verbiest 234
V. La collection des instruments photographiés à la terrasse de l'Observatoire de Péking peu de temps avant la révolution de 1900 . . . 236
VI. Statue du P. Verbiest à Pitthem 255

ATLAS LUNAIRE

Pl. LXIV. Playfair, Guerike-Triesnecker. 79
— LXV. Cauchy, Pline, Monts Taurus. 147

HENRI POINCARÉ
(1854-1912)

Bulletin de la Société belge d'Astronomie

HENRI POINCARÉ (1854-1912).

La mort d'Henri Poincaré, dans la pleine maturité de son génie, n'est pas seulement pour tous les savants, qui étaient d'accord pour l'admirer, un deuil cruel, mais c'est aussi, comme l'a dit Painlevé, une vraie diminution de forces pour l'humanité.

Pour ma part, je ne sais rien de plus angoissant qu'une mort aussi insolite, j'allais dire, aussi stupide ; c'est comme si un destin mauvais et jaloux s'acharnait à briser les meilleurs d'entre nous, au moment où ils deviennent trop instruits et trop perspicaces. Car la mort de Poincaré à cinquante-huit ans, n'est pas, hélas ! un accident isolé; nous avons encore trop présents à l'esprit le départ de Pierre Curie à quarante-sept ans, celui de Hermann Minkowski à quarante-cinq ans, celui de Walter Ritz à trente et un! Mais notre douleur et nos protestations sont impuissantes. La vie d'un homme de génie est au moins aussi fragile que celle d'un idiot, ou que celle d'un bandit : elles ne semblent pas peser plus lourd, l'une que l'autre, dans les balances du destin.

I

Si l'on en juge par le témoignage de ses pairs et par les éloges unanimes des savants spécialisés dans des branches très diverses des mathématiques, mais qui tous le reconnaissaient comme leur maître, et dont il était en quelque sorte le trait d'union, Henri Poincaré serait le plus grand génie scientifique qui se soit révélé depuis l'apparition de Gauss. Son génie ne s'est pas manifesté dans un domaine étroit, où le travail acharné, une mémoire puissante, une persévérance inlassable peuvent quelquefois y suppléer, mais il est vraiment encyclopédique comme celui de Gauss.

Poincaré a complété l'œuvre analytique de Cauchy et de Riemann; ses travaux de mécanique céleste couronnent le monument grandiose dont Newton avait posé les fondations, et que Laplace avait élevé; il a approfondi et perfectionné l'étude de toutes les théories physiques contemporaines, et ainsi il a apporté des contributions précieuses à l'œuvre de Maxwell, de Hertz et de Lorentz. Enfin, ce mathématicien, ce physicien s'est révélé à nous comme un maître de la philosophie : son œuvre critique continue magnifiquement celle de Kant et celle de Mach.

Je voudrais faire remarquer en passant, que cette vision encyclopédique, que Poincaré a possédée à un si haut degré, est et deviendra de plus en plus le privilège du mathématicien. Il n'en a pas toujours été ainsi ; jadis, la fonction encyclopédique était plutôt dévolue aux médecins. C'est au point que dans la première moitié du XVIe siècle, par exemple, l'histoire de la science se confond presque avec celle de la médecine. A cette époque, en effet, l'étude des formes logiques suffisait comme préparation aux recherches scientifiques quelconques. Mais, depuis lors, nos instruments mathématiques se sont tellement perfectionnés, que le point de départ des recherches scientifiques s'est considérablement élevé. La science humaine est faite tout entière de la connaissance de rapports, de relations. Or, les mathématiques nous donnent des formes, des cadres tout faits pour l'étude de ces rapports, quelle que soit d'ailleurs leur signification physique ; elles nous permettent de déduire d'une forme donnée une infinité d'autres formes — dont toutes ne sont pas également fécondes, il est vrai — qu'on peut confronter ensuite avec les réalités expérimentales. Il est clair que ce n'est que celui qui possède cet instrument universel qui peut comprendre pleinement l'enchaînement et la signification des phénomènes

scientifiques; et il est clair aussi que ses connaissances auront d'autant plus de portée, de profondeur, de sens enfin, que l'instrument dont il dispose sera plus perfectionné, plus complexe et plus souple. En notre temps, sans connaissances mathématiques, il faut se contenter d'apprendre des résultats et de les relier, tant bien que mal, les uns aux autres par des raisonnements approximatifs; sans leur aide il est impossible d'avoir des conceptions vraiment encyclopédiqu s, je veux dire des conceptions qui soient encyclopédiques par leur profondeur autant que par leur étendue. Le vrai regard encyclopédique est celui qui *domine* la science et qui la contemple non pas d'en bas, à l'aide de livres de vulgarisation, mais d'en haut, grâce à la connaissance des sciences formelles les plus abstraites et les plus élevées. On peut m'objecter, il est vrai, que le regard encyclopédique du mathématicien ne peut embrasser les sciences biologiques, qui ont jusqu'ici — à l'exception des recherches biométriques — échappé à la tutelle des mathématiques. Mais si complexes que les problèmes biologiques nous paraissent encore, il est cependant permis de croire qu'ils donneront prise tôt ou tard à l'analyse mathématique. C'est le secret de l'avenir.

Tout l'effort des XVIIe, XVIIIe et XIXe siècles a été consacré à créer et à perfectionner notre connaissance du continu mathématique et à traduire le plus fidèlement possible la continuité des phénomènes par l'analyse infinitésimale. Mais depuis quelques années, une tendance opposée se dessine et s'accuse de plus en plus; on s'efforce de faire une étude analytique directe des phénomènes discontinus. La conquête de méthodes expérimentales plus approchées et plus subtiles, et le rajeunissement des théories atomiques ont donné naissance à une physique nouvelle : la physique du discontinu, et celle-ci est en train de provoquer l'élaboration d'instruments mathématiques adéquats : l'analyse du discontinu. D'immenses horizons s'ouvrent à nous : quel avenir, cette orientation nouvelle ne réserve-t-elle point à la théorie des nombres, peu à peu arrachée à sa solitude? — Et pour en revenir au point d'où nous sommes partis, n'est-il point permis d'espérer que ces mathématiques nouvelles, alliées aux méthodes statistiques, nous donneront enfin les instruments nécessaires pour la mathématisation des sciences organiques? — Et je ne puis m'empêcher de le dire encore : quelle tristesse, quel désastre que Poincaré ne soit plus là pour guider et illuminer cette évolution nouvelle, cette évolution que tant d'indices divers nous annoncent, de son clair génie !

II

Je n'ai pas la compétence nécessaire pour analyser l'œuvre mathématique de Poincaré. D'ailleurs, pour le faire d'une manière précise et complète, beaucoup de savants devraient réunir leurs efforts, et le résultat de leur enquête, si condensé qu'il fût, serait encore très volumineux. De plus, on ne pourra apprécier justement cette œuvre gigantesque que lorsqu'elle aura livré une plus grande partie des résultats qu'elle contient en germe, et que les théories de Poincaré auront été simplifiées par l'usage et par l'enseignement, en un mot, lorsqu'elles seront devenues classiques.

Je me bornerai donc à résumer, à grands traits, les travaux qui intéressent plus directement les astronomes. Mais, toutefois, il me paraît utile de dire tout d'abord quelques mots de ses recherches sur les *fonctions fuchsiennes*, qui ont établi sa renommée et qui suffiraient à elles seules à faire vivre son nom.

Ses efforts infructueux pour intégrer à l'aide de séries toujours convergentes, des équations différentielles linéaires à coefficients algébriques, l'amenèrent à concevoir des fonctions beaucoup plus générales que les fonctions elliptiques. On sait que celles-ci admettent deux périodes indépendantes; les transcendantes nouvelles introduites par Poincaré satisfont à la relation

$$f(z) = f\left(\frac{az+b}{cz+d}\right) \quad (1);$$

leur périodicité dépend donc de quatre constantes, réelles ou imaginaires : a, b, c, d, dont le déterminant

$$ad - cb = 1.$$

Le groupe discontinu des substitutions

$$\left(z, \frac{az+b}{cz+d}\right)$$

est le *groupe fuchsien* (1), et toutes les fonctions que ces substitutions laissent invariables, c'est-à-dire qui sont définies par l'équation (1), sont les *fonctions fuchsiennes*. Henri Poincaré s'est demandé s'il ne serait pas possible de former ces fonctions d'une manière analogue à

(1) Les groupes fuchsiens sont un cas particulier des *groupes kleinéens :* H. Poincaré a appelé ainsi les groupes discontinus les plus généraux formés de substitutions linéaires.

celle qui reproduit la double périodicité des fonctions elliptiques par le quotient de deux fonctions thêta. Il est parvenu ainsi à montrer que les fonctions fuchsiennes peuvent être représentées par le quotient de deux fonctions, qu'il a appelées, les *fonctions thêtafuchsiennes.*

Je dois me borner à ces indications rudimentaires, car le seul énoncé des résultats de cette théorie nous entraînerait trop loin.

Si j'en ai parlé, c'est en partie parce que ces recherches de Poincaré illustrent à merveille une idée sur laquelle il a beaucoup insisté dans ses œuvres philosophiques. *Les faits mathématiques dignes d'être étudiés*, dit-il, *ce sont ceux qui, par leur analogie avec d'autres faits, sont susceptibles de nous conduire à la connaissance d'une loi mathémathique de la même façon que les faits expérimentaux nous conduisent à la connaissance d'une loi physique. Ce sont ceux qui nous révèlent des parentés insoupçonnées entre d'autres faits, connus depuis longtemps, mais qu'on croyait à tort étrangers les uns aux autres... Les grands progrès du passé se sont produits lorsque deux de ces sciences se sont rapprochées, lorsqu'on a pris conscience de la similitude de leur forme, malgré la dissemblance de leur matière, lorsqu'elles se sont modelées l'une sur l'autre, de telle façon que chacune d'elles pût profiter des conquêtes de l'autre...* (1).

Or, la découverte des fonctions fuchsiennes est liée précisément à des rapprochements de ce genre, d'autant plus suggestifs qu'ils étaient plus imprévus. C'est ainsi que Poincaré a mis en évidence l'identité des transformations dont il avait fait usage pour définir les fonctions fuchsiennes, et des transformations de la géométrie non euclidienne, et cela lui a permis de donner des premières une représentation plus intuitive. De plus, il eut bientôt l'intuition que les transformations arithmétiques des formes quadratiques ternaires étaient également identiques à celles de la géométrie non euclidienne, et ce double rapprochement entre l analyse et la géométrie, d'une part, et entre la géométrie et la théorie des nombres, d'autre part, lui permit de compléter sa théorie des fonctions fuchsiennes.

Cet exemple nous aide à concevoir comment les mathématiques s'élaborent et se perfectionnent, et il nous ouvre une échappée — très fugitive, il est vrai — sur le génie créateur de Poincaré. L'essai qu'il a écrit sur l'*Invention mathématique* (*Science et méthode*, chap. III) est, à cet égard, un document d'une valeur inappréciable.

---

(1) *Science et méthode*, p. 49 et 35.

III

Les contributions apportées par Henri Poincaré à la mécanique céleste et à l'astronomie sont considérables (1). Nous examinerons successivement : 1° ses recherches sur les figures d'équilibre d'une masse fluide en rotation; 2° ses travaux sur la théorie des marées; 3° ses recherches analytiques sur les méthodes de la mécanique céleste et sur la stabilité du système solaire; 4° son traité de mécanique céleste; 5° son ouvrage sur les hypothèses cosmogoniques.

1° *Recherches sur les figures d'équilibre d'une masse fluide en rotation.*

Ces recherches ont un grand intérêt cosmogonique, puisque tous les auteurs sont d'accord pour admettre que les corps célestes ont commencé par être des masses fluides en rotation et le sont encore à des degrés divers. La question suivante se pose donc tout naturellement à notre esprit : étant donnée une masse fluide en rotation, et sa densité étant supposée connue en chacun de ses points, quelle forme prendra-t-elle? Si l'on ne peut rien en conclure de positif et de certain quant aux formes réelles des corps célestes, du moins on pourra toujours circonscrire le domaine de l'hypothèse, en éliminant les formes impossibles, c'est-à-dire les formes instables. Or, les seules formes d'équilibre stable qui étaient connues avant les recherches de Poincaré étaient des formes ellipsoïdales : d'une part, des ellipsoïdes aplatis suivant l'axe de rotation et dont l'aplatissement augmente avec la

---

(1) Elles ont été publiées dans les ouvrages suivants :

1. *Figures d'équilibre d'une masse fluide.* Leçons professées à la Sorbonne en 1900. 211 p. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

2. *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste.* 3 vol. gr. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1892-9.

3. *Leçons de mécanique céleste* (incomplet). Paris, Gauthier-Villars.

Tome I : *Théorie générale des perturbations planétaires,* VI + 367 p. in-8°, 1905.

Tome II (1re partie) : *Développement de la fonction perturbatrice,* IV + 167 p. in-8°, 1907.

— (2me partie) : *Théorie de la lune,* IV + 137 p., 1909.

Tome III : *Théorie des marées,* IV-472 p., 1910.

4. *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques,* XXV + 294 p. in-8°. Paris, A. Hermann, 1911. (Une nouvelle édition, ornée d'un portrait, vient de paraître.)

De plus, H. Poincaré a publié un grand nombre de mémoires et de notes, principalement dans les *Comptes rendus* et dans le *Bulletin astronomique,* dont il présidait le comité de rédaction.

vitesse — mais en même temps leur stabilité diminue; d'autre part, des ellipsoïdes de Jacobi. Poincaré a montré que lorsque les figures ellipsoïdales cessent d'être stables, de nouvelles figures, ayant à peu près la forme d'une poire, deviennent théoriquement possibles. Imaginons donc une masse fluide en rotation, abandonnée à elle-même et se refroidissant lentement. Nous supposerons, de plus, qu'elle soit homogène, que le refroidissement soit assez lent pour qu'il ait le temps de se propager dans toute la masse, et que le frottement soit assez grand pour que le mouvement de rotation soit le même en tous les points. Au début, quand la densité est faible, la forme d'équilibre est un ellipsoïde de révolution peu aplati; à mesure que le corps céleste se refroidit et se contracte, l'aplatissement augmente jusqu'au moment où les ellipsoïdes de révolution cessent d'être stables; le dernier ellipsoïde de révolution qui soit possible — ce que Poincaré appelle : la figure de bifurcation — inaugure une série d'ellipsoïdes de Jacobi; enfin, le refroidissement continuant toujours, ces ellipsoïdes deviennent eux-mêmes de moins en moins stables, et une nouvelle figure de bifurcation inaugure la série des corps en forme de « poires ». Qu'arrive-t-il ensuite? Il est possible que l'étranglement qui sépare la grosse partie presque sphérique de la poire, de la partie plus petite s'accentue jusqu'au moment où la masse se divise. Chacune des deux parties indépendantes, presque sphériques, pourront dès lors recommencer une évolution nouvelle. Il se peut que la Terre et la Lune se soient formées de cette manière. — Ainsi, Poincaré a renouvelé toute cette théorie : non seulement il nous a appris à concevoir une infinité de formes d'équilibre nouvelles, mais en même temps il a rendu beaucoup plus complète et plus profonde notre connaissance des autres figures stables. Il est utile de remarquer que cette théorie ne peut être appliquée sans modifications à l'hypothèse de Laplace, car la nébuleuse considérée par Laplace n'est pas homogène, mais, au contraire, fortement condensée au centre.

H. Poincaré a appliqué cette théorie à l'étude de la constitution des anneaux de Saturne (1) et, reprenant et développant les calculs de Maxwell, il a montré que ces anneaux ne peuvent être ni solides, ni liquides, mais sont vraisemblablement composés d'une masse de petits corpuscules solides.

---

(1) Il est longuement revenu sur cette question dans son livre sur les *Hypothèses cosmogoniques*.

2° *Théorie des marées.*

H. Poincaré a consacré des mémoires étendus, et le troisième tome de son cours de mécanique céleste à la théorie des marées. Cette théorie est extrêmement difficile et ne pourrait être utilement résumée ici. Je me bornerai à dire que Poincaré s'est efforcé de tenir compte non seulement de l'attraction due aux continents, mais aussi de celle de la mer sur elle-même.

Dans son dernier ouvrage, il a beaucoup insisté sur le rôle important que jouent les marées dans l'évolution cosmogonique, et surtout dans la partie initiale de cette évolution. C'est, je crois bien, Sir George Darwin qui a mis le premier ce rôle en évidence. Laplace s'était efforcé de rendre compte de la faiblesse des excentricités et des inclinaisons et du sens direct de tous les mouvements planétaires connus de son temps. Mais, plus tard, la découverte de Neptune et d'Uranus, et surtout celle des satellites de Jupiter et de Saturne, dont la révolution est rétrograde, mirent la théorie de Laplace en défaut et donnèrent naissance à toutes les hypothèses cosmogoniques nouvelles. Or, il est facile d'expliquer l'existence simultanée des mouvements planétaires de sens opposés, en invoquant l'action des marées. Rappelons tout d'abord que la rotation de l'anneau initial ne peut avoir aucune influence sur le sens de rotation des planètes auxquelles il donne naissance. Mais l'action des marées, et le frottement interne qui en résulte, tend à ralentir la rotation des astres, et en même temps à lui donner même sens et même durée qu'à la révolution autour de l'astre central; d'autre part, le refroidissement et la contraction consécutive tendent, au contraire, à accélérer leur mouvement. Il faut admettre qu'au début les rotations de toutes les planètes ont dû être rétrogrades, mais que, sous l'influence des marées, cette rotation est devenue directe. A mesure que la planète devient plus petite, l'action de la marée (qui dépend de la différence de l'attraction de l'astre central à la surface de l'astre troublé, et de l'attraction en son centre) diminue, finit par devenir plus petite que celle due à la contraction et, dès lors, la rotation reste directe mais s'accélère. C'est donc bien pendant la première partie de l'évolution que l'action de la marée est prépondérante. Si l'action de la marée a été trop faible dès le début, on conçoit que le mouvement de la planète soit resté rétrograde : c'est, en effet, ce qui est arrivé pour les planètes les plus éloignées, Neptune et Uranus.

Si l'on apporte cette modification à l'hypothèse de Laplace, celle-ci, sans être irréprochable, reprend toutefois sa supériorité sur toutes les

autres théories qui ont été proposées depuis, du moins tant qu'il ne s'agit que du système solaire. Il ne faut pas s'étonner que Laplace n'y ait pas songé, puisqu'il ne connaissait que des rotations directes ; ce qui prouve qu'il aurait pu facilement la découvrir, c'est qu'il fait usage de la même théorie pour expliquer le fait que la Lune présente toujours à la Terre le même hémisphère.

3° *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste.*

On sait qu'il est impossible d'intégrer les équations du problème des trois corps d'une manière complète et rigoureuse; il faut se contenter de procédés approximatifs. Henri Poincaré a présenté lui-même plusieurs solutions originales, qui lui ont valu — tout jeune encore, à l'âge de trente-cinq ans — le grand prix de mathématiques fondé par le roi de Suède (1).

Les méthodes employées jusqu'ici par les astronomes ont largement suffi à tous leurs besoins et elles y suffiront longtemps encore. Mais il n'en est pas moins certain qu'au bout d'un temps suffisamment long elles deviendront insuffisantes. En effet, les séries dont l'astronome se sert renferment des *termes séculaires,* c'est-à-dire des termes où le temps t est sorti des signes trigonométriques : quelque petits que soient leurs coefficients, si t devient suffisamment grand, ces termes peuvent donc acquérir une très grande valeur. Mais il faut remarquer que ces termes se sont introduits non pas par la nature des choses, mais par les procédés mêmes de calcul. Considérons, par exemple, des facteurs de la forme $\sin \alpha mt$, $\cos \alpha mt$ où m représente la masse d'une planète. Les séries employées pour le calcul des éphémérides ont été développées suivant les puissances des masses. Or, il est clair que les développements en série suivant les puissances de m doivent nécessairement introduire des termes séculaires, puisque :

$$\sin \alpha mt = \alpha mt - \frac{\alpha^3 m^3 t^3}{6} + \dots$$

D'ailleurs, pour tous les calculs à longue échéance, pour le calcul des inégalités séculaires, par exemple, Laplace avait déjà renoncé aux développements suivant les puissances des masses. Depuis, tous les géomètres qui se sont occupés de mécanique céleste : Delaunay, Hill, Gildén, Lindstedt, Newcomb, se sont efforcés de généraliser et de per-

(1) Ce mémoire : *Sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique,* a été publié dans le t. XIII des *Acta mathematica,* p. 1-270. Stockholm, 1890.

fectionner ces méthodes, et d'éliminer complètement les termes séculaires. Mais, malheureusement, les développements nouveaux ne sont pas convergents; ils décroissent d'abord très rapidement, il est vrai, mais redeviennent ensuite divergents. Bien entendu, au point de vue purement pratique, cela ne présente aucun inconvénient, car les astronomes n'utilisent même pas entièrement, bien loin de là! la portion convergente de la série. Mais il suffit que ces séries ne soient pas convergentes, au sens que les géomètres donnent à ce terme, pour qu'il devienne impossible de les utiliser pour démontrer la stabilité du système solaire.

De plus, les efforts des mathématiciens n'ont pas seulement pour but de rendre le calcul des éphémérides plus exact et plus aisé, mais il leur importe beaucoup plus encore de savoir si la loi de Newton suffit à elle seule pour expliquer tous les mouvements célestes : pour répondre à cette question, il est indispensable de connaître la limite supérieure des erreurs commises dans les calculs numériques; or, ces limites nous sont précisément données par les discussions sur la convergence des séries.

En résumé, les recherches profondes, qui sont réunies dans les trois volumes intitulés : *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, remplissaient un triple but : 1° introduire plus de rigueur dans les méthodes de la mécanique céleste, de manière à rendre possible dans un avenir lointain — dans deux mille ans, par exemple — le calcul des tables numériques qui seront devenues nécessaires à cette époque; 2° étudier la stabilité du système solaire; 3° mettre les astronomes en mesure de vérifier sans cesse si la loi de Newton est vraiment la seule qui régisse le mouvement des astres. En même temps, Poincaré a exposé et critiqué les méthodes proposées par ses devanciers. On conçoit que ces recherches, auxquelles il a appliqué toutes les ressources de son génie mathématique, n'intéressent pas seulement les astronomes, mais davantage encore — indépendamment des résultats pratiques auxquels elles conduisent — les géomètres.

4° *Les leçons de mécanique céleste.*

Cet ouvrage, qui est malheureusement resté inachevé, reproduit les leçons que Poincaré a professées à la Sorbonne. C'est un ouvrage didactique, où il reprend les questions, à leur début, pour les traiter complètement, et qu'il ne peut donc être question de résumer. Je rappellerai seulement que cet ouvrage ne fait pas double emploi avec

celui de Tisserand, auquel Poincaré renvoie souvent son lecteur. Le traité de Tisserand est beaucoup plus facile à lire, et me paraît mieux convenir pour une première étude de la mécanique céleste. Le lecteur qui s'y sera familiarisé avec cette science n'en goûtera que mieux ensuite, l'exposé substantiel et l'élégance concise de Poincaré.

5° *Les leçons sur les hypothèses cosmogoniques.*

J'ai déjà fait allusion à cet ouvrage dans les paragraphes précédents. C'est vraiment extraordinaire de voir combien de clarté et de précision Poincaré a pu apporter dans l'examen de ce sujet naturellement vague et... nébuleux. De plus, en écrivant ce livre, il nous a donné aussi une preuve éclatante de sa sincérité scientifique, cette sincérité absolue, qui ne recule point devant le doute. Car ces leçons se terminent, en somme, par un grand point d'interrogation. Un excellent résumé en a été donné par Poincaré lui-même dans sa préface (p. V-XXV) (1), mais il est clair que cette préface n'acquiert toute sa signification que pour celui qui s'est donné la peine de suivre tout au long les développements et les calculs de l'auteur.

En dehors de la discussion proprement dite des principales hypothèses cosmogoniques qui ont été proposées depuis Kant, des chapitres extrêmement intéressants y sont consacrés à étudier l'origine de la chaleur solaire et de la chaleur terrestre, et l'application de la théorie des gaz à la voie lactée.

A propos de cette dernière question, Poincaré a plusieurs fois insisté sur l'utilité que présenterait une discussion systématique de la répartition des mouvements propres des étoiles sur la sphère céleste ; une telle discussion deviendra surtout possible et féconde dans une centaine d'années, quand on pourra comparer la deuxième édition de la carte du ciel à celle qui est actuellement en voie d'élaboration.

(*A suivre.*) GEORGE SARTON.

CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE L'HEURE

La radiotélégraphie, née il y a quelques années à peine, est une des inventions modernes qui, sans avoir intéressé d'une façon particulièrement spéciale le grand public, a fait au contraire, forte impression sur la classe intellectuelle.

(1) Cette préface a été publiée également dans la *Revue du mois,* l'an dernier.

Cette dernière a saisi de suite les immenses services que l'on était en droit d'attendre de cette merveilleuse découverte, et, chose singulière, voire même un peu consolante à notre époque d'égoïsme invétéré, c'est presque toujours un sentiment altruiste qui a guidé ceux qui s'intéressaient aux progrès de cette invention! Tous y ont vu tout d'abord : le marin jouet des flots, mais n'étant plus dorénavant isolé du reste de l'Univers! La T. S. F. lui permettrait à l'avenir « d'appeler et d'être entendu », et cette magique onde hertzienne, allait au fond de la nuit, lui lancer ce mystérieux fil d'Ariane qui devait le guider jusqu'au port!

Mais bientôt, on devait s'y attendre, la T. S. F., en pénétrant dans le domaine de la pratique, devint, à côté d'une chose scientifique, une chose commerciale! De puissantes sociétés se constituèrent et n'eurent comme objectif principal que l'exploitation de la radiotélégraphie.

La concurrence et parfois même la jalousie, aiguisée par l'âpreté au gain, s'en mêlèrent, et produisirent, entre les différentes firmes, des incidents toujours regrettables et auxquels on imputa même des conséquences sinistrement tragiques!

Dans le domaine commercial, une entente, ou mieux une réglementation sanctionnée par les divers gouvernements s'imposait donc; elle fut réalisée par des réunions et des congrès internationaux successifs (Washington, Berlin, Londres).

Dans le domaine purement scientifique, l'envoi de l'heure est un des objectifs principaux de la T. S. F.; il y avait lieu aussi de réglementer ce qui existait dans cet ordre d'idées.

En 1884, avant l'existence de la T. S. F., le Congrès de Washington avait déjà fait disparaître la diversité des heures dans les différents pays, au point de vue du fractionnement, et l'adoption des fuseaux horaires constitua un énorme progrès sur ce qui existait à cette époque. On se souvient qu'à ce moment, trente-six nations adoptèrent une heure officielle et que vingt d'entre elles se rallièrent à l'heure de Greenwich.

Il appartenait à la *Conférence internationale de l'heure*, tenue à Paris le 15 octobre dernier d'achever, en la perfectionnant, l'œuvre commencée à Washington.

Elle le fit, en préconisant : l'unification de l'heure; l'adoption d'une heure universelle; la réglementation de la nature des signaux horaires; et, enfin, la répartition judicieuse des centres d'émission.

Nous avons déjà donné le programme des travaux que s'était

imposé la conférence (1) et nous sortirions du cadre de cette revue si nous entrions ici dans le détail de ces travaux ; aussi nous bornerons-nous à mentionner les principales résolutions prises et qui intéressent plus spécialement nos lecteurs.

Disons tout d'abord, que l'*heure universelle* adoptée, est celle de *Greenwich*.

L'unification proposée pour les signaux d'émission horaires entrera en vigueur, selon toutes les probabilités, le 1er juillet 1913 ; ces signaux sont tout différents de ce qui existait jusqu'ici.

Nos lecteurs savent, qu'en particulier la Tour Eiffel lance en ce moment, à 10h.44m., 46m. et 48m. du matin, une série de signaux, composés de traits et de points :

— — — etc. — .. — .. etc. — .... — .... etc.

Chaque série étant suivie d'un silence de cinq secondes, terminé par un *top* unique, correspondant respectivement à 10 h. 45 m., 47 m. et 49 m., temps moyen de Greenwich.

La même série de signaux est reproduite à minuit.

Dorénavant ces signaux, dont l'observation complète nécessite maintenant chaque fois cinq minutes, tout en ne donnant que trois *tops* de contrôles, seront remplacés par des signaux n'exigeant plus que trois minutes d'observation, tout en donnant des *tops* de contrôle beaucoup plus nombreux.

Ils se feront, pour Paris par exemple, en temps moyen de Greenwich, aux minutes 57, 58 et 59 qui précéderont minuit et 10 h. du matin, et ce, suivant le schéma ci-dessous :

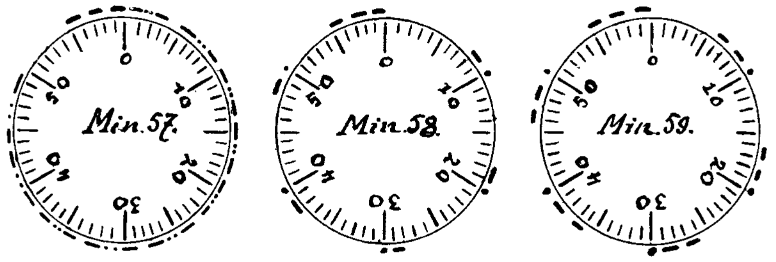


Fig. 1.

Le signal avertisseur qui commencera la minute 57 sera constitué par une série d'x en signaux Morse — .. — — .. — etc., se suc-

(1) Bulletin, nos 10-11, 1912, p. 330.

cédant jusqu'à 57 m. 50 s.; dès cet instant ***tous les signaux seront donnés automatiquement*** par l'horloge, suivant les indications en traits forts placés à l'extérieur des cadrans du schéma. Les traits correspondront exactement à une seconde et les points à 1/4 de seconde.

On espère atteindre avec exactitude le 1/10e de seconde, et si possible, pousser même plus loin la précision.

Au point de vue des opérations d'astronomie, de géodésie, de détermination de longitudes, etc., cette précision aura son importance.

C'est le très habile constructeur d'horlogerie M. Leroy, qui a été chargé, pour Paris, de construire l'appareil automatique des signaux horaires. Il espère pouvoir faire ses premiers essais à la Tour Eiffel, dès le commencement de mars prochain.

Les nouveaux signaux, certainement très préhensibles pour les professionnels, le seront-ils aussi facilement et sans erreurs pour le grand nombre de personnes qui sont appelées à s'en servir? C'est ce que l'avenir nous prouvera.

La Conférence s'est aussi occupée de la répartition des centres d'émission, en partant de ce principe : qu'en chaque point du globe on puisse recevoir en vingt-quatre heures, au moins un signal de jour et un de nuit; le nombre des signaux ne devant pas être supérieur à quatre.

Pour réaliser ce desiderata, on a proposé la répartition suivante :

Paris	0 heures.
San Fernando (Brésil).	2 »
Harlington (Etats-Unis).	3 »
Somali (italienne) (Afrique orientale) .	4 »
Manille (Philippines)	4 »
Tombouctou (Soudan oriental). . .	6 »
Paris	10 »
Norddeich-Wilhelmshaven	12 »
San Fernando	16 »
Harlington	17 »
Massaouah (Erythrée) (mer Rouge) .	18 »
San Francisco	20 »
Norddeich	22 »

Toutes ces heures seront en temps moyen de Greenwich.

Il est entendu que, si d'autres stations venaient à être créées, elles ne feraient d'émissions horaires qu'à une heure ronde de différence de l'une ou l'autre des précédentes.

Les stations émettrices se serviront de longueur d'onde d'environ 2500 mètres.

En vue de réaliser l'harmonie complète du service si important de l'heure, la Conférence a proposé la création d'un organisme central dit : *Commission internationale de l'heure*, composée de délégués de tous les pays, et qui aurait sous son contrôle un : *Bureau international de l'heure*, créé et entretenu à frais communs par les Etats, et dont le siège serait à Paris.

Ce bureau centraliserait, coordonnerait et vérifierait tous les renseignements relatifs au service de l'heure, avec le souci constant d'arriver à la détermination d'une heure mathématiquement exacte.

Ce bureau serait également qualifié pour s'occuper de tous les signaux scientifiques de haute précision, battements, etc., à utiliser en astronomie et en géodésie. Eventuellement, il pourrait même solliciter le concours du : *Bureau central de l'Association géodésique internationale de Potsdam*, en vue d'entreprendre la discussion approfondie de certains éléments de ces intéressants problèmes.

A côté de ces points fondamentaux relatifs à l'heure, la Conférence a encore examiné certaines questions d'ordre plus secondaire.

Elle a admis, et cela du reste conformément au sentiment général, que la précision des signaux horaires actuels était suffisante aux besoins de la navigation et des services publics, chemins de fer, etc...; elle a estimé aussi, que la demi-seconde suffisait comme précision, à la météorologie, au magnétisme et à la sismologie.

La Conférence a émis également les vœux : de voir se poursuivre les recherches d'enregistrement des signaux horaires; *de voir les administrations télégraphiques favoriser les moyens de diffusion de l'heure exacte dans le public* (1) et de voir enfin tous les navires pourvus d'appareils récepteurs.

Au point de vue de la météorologie, la Conférence estime qu'il est désirable qu'une commission composée de spécialistes s'occupe de cette question d'intérêt mondial et que rien ne doit être négligé pour faire progresser cette science, qui est en droit d'attendre un si grand secours de la T.S.F.

---

(1) Nous nous plaisons à souligner ce passage, car il paraîtrait, d'après les derniers renseignements, que l'Administration belge, bien qu'ayant envoyé des délégués spéciaux à la Conférence de l'heure, ne serait guère disposée à entrer dans cette voie!

Enfin, au sujet de l'étude scientifique des ondes hertziennes, la Conférence a pris acte de la constitution d'un *comité provisoire* ayant pour but l'étude de ces ondes dans leurs rapports avec les milieux ambiants.

Elle a adressé des félicitations à M. Goldschmidt, de Bruxelles, qui veut bien mettre *sa* station de T.S F. de grande puissance (à Laeken) à la disposition de ce comité, en même temps qu'une somme de 25000 francs pour subvenir aux frais des premières études. Elle a émis le vœu de voir les pouvoirs publics protéger ce genre de recherches, et elle a estimé désirable que la station de Laeken, *bien que créée pour le service public*, puisse néanmoins contribuer dans l'avenir à des recherches scientifiques internationales.

Disons en terminant, que sur la proposition du Dr Foerster, ancien Directeur de l'Observatoire de Berlin, c'est Paris qui a été choisi comme *centre horaire international*, et que sa Tour Eiffel, vraie « *Tour de Babel* » comme il se plaisait à l'appeler, serait considérée comme *station centrale des signaux.*

Comme bien on le pense, les Français ont été les premiers à couvrir de leurs applaudissements cette proposition si justifiée et qui prouvait une fois de plus, que la *Science ne connait pas de frontières.*

V. D. V.

SUR L'ÉTOILE RU GIRAFE (B.D. + 69 417).

La découverte de la variabilité de cette étoile a été faite en 1907 par Mme Ceraski, sur des clichés obtenus par M. Blazko, et annoncée dans le n° 4157 des *Astronomische Nachrichten.*

Du 21 mars 1907 au 9 juillet 1912, j'ai fait, à l'équatorial coudé, 312 comparaisons de l'écat de cette étoile à ceux des suivantes :

*		L	L'
δ	B.D. + 69.422	22°9	7^m70
g	» + 70.450	15.8	8.29
a	» + 69.420	14.0	8.44
τ	» + 70.447	10.8	8.70
c	» + 70.448	8.1	8.93
f	» + 69.421	0.0	9.60

Les grandeurs L' ont été obtenues en adoptant la grandeur 7^m70 pour l'étoile δ et 0^m083 pour 1 degré de mon échelle de lumière L.

Eléments.—M. Naozo Ichinoe ayant montré (A.N., nº 4319) que la variation lumineuse de RU Girafe était du même type que celle de l'étoile S Flèche, je me suis préoccupé, pour le calcul des éléments, de tirer seulement de mes observations les époques du minimum d'éclat, qui peuvent être déterminées avec plus de précision que celles du maximum. Ces époques sont données dans le tableau ci-dessous.

Minima.

E.	Obs. T. m. G.			*o—c'* jours	*o—c* jours
2	1907	mars	20.2	+1.3	—0.1
4		mai	3.1	+0.8	—0.5
6		juin	16.8	+1.2	—0.2
7		juillet	10.0	+2.2	+0.8
23	1908	juin	28.4	+1.9	+0.5
24		juillet	21.6	+2.9	+1.5
28		octobre	17.0	+1.6	+0.2
34	1909	février	26.5	+1.1	—0.3
41		juillet	31.0	+0.4	—1.0
44		octobre	6 7	+1.6	+0.2
51	1910	mars	10.9	+1.6	+0.2
52		avril	1.2	+0.8	—0.7
53			24.9	+2.8	+0.8
60		septembre	25.0	+0.2	—1.3
61		octobre	18.0	+1.0	—0.5
65	1911	janvier	14.9	+1.2	—0.2
66		février	6.8	+2.0	+0.5
69		avril	13.7	+1.4	—0.1
73		juillet	11.6	+1.6	+0.1
74		août	3.0	+1.8	+0.3
78		octobre	29.8	+0.9	—0.6
83	1912	février	17.4	+0.7	—0.8
84		mars	12.4	+2.5	+1.0
85		avril	3.9	+2.8	+1.3
87		mai	16.7	+1.3	—0.2

Les différences *o—c'* de ce tableau proviennent de la comparaison des minima observés à ceux calculés avec les éléments de M. Ichinoe :

Minimum, 2417609 j. 6 (T. m. G.) + 22 j. 17, E.

M—*m* = 9 j. 4.

Ces différences sont systématiquement positives; aussi j'ai calculé de nouveaux éléments par la méthode des moindres carrés. J'ai ainsi obtenu :

Minimum (2417610 j. 96 ± 0 j. 19) + (22 j. 172 ± 0.033) E.
ou Minimum, 1907, février 3, 23 h. 0 (T. m. G.) + 22 j. 4 h. 1. E.

Dans ces nouveaux éléments l'origine seule diffère de celle de M. Ichinoe; la durée de période est sensiblement la même que la sienne. Les différences *o—c* ont été obtenues avec ces nouveaux éléments.

Courbe de lumière.—Les 312 observations, préalablement ordonnées suivant les valeurs croissantes de la ***phase*** calculée à partir du minimum d'éclat, ont été partagées en trente groupes de dix et un de douze. Les moyennes de ces trente et un groupes sont données dans le tableau ci-dessous, et sont aussi reportées sur la figure ci-jointe :

Courbe de lumière.

Phase.	L.	Phase.	L.	Phase.	L.
JOUR.	DEGRÉ.	JOUR.	DEGRÉ.	JOUR.	DEGRÉ.
0.02	7.09	7.85	19.07	14.42	19.32
0.78	8.69	8.51	20.11	14.96	18.80
1.45	10.89	9.14	20.17	15.85	19.32
2.12	11.07	9.72	19.98	16.43	17.75
2.70	12.96	10.22	19.79	17.08	17.81
3.25	13.24	10 89	19.75	17.76	17.24
4 29	17.43	11.97	19.18	18.42	14.88
5.41	17.44	12.73	18.89	19 05	12.22
6.50	18.75	13.45	19.66	19.68	13.34
7.19	18.86	13.90	19.69	20.14	9.68
				21.18	8.37

Cette courbe de lumière montre que RU Girafe est une étoile à variation continue du type S Flèche.

Si m_1 désigne le minimum principal, M_1 le premier maximum, m_2 le minimum secondaire et M_2 le deuxième minimum, les intervalles de temps séparant ces quatre points tropiques sont :

$$M_1 - m_1 = 9\text{ j}.4$$
$$m_2 - M_1 = 3\ .\ 3$$
$$M_2 - m_2 = 1\ .\ 6$$
$$m_1 + P - M_2 = 7\ .\ 9$$

La durée de période P étant égale à 22 j. 172 = 22 j. 4 h. 1.

Ces intervalles de temps diffèrent très peu de ceux indiqués par la courbe de lumière de M. Ichinoe.

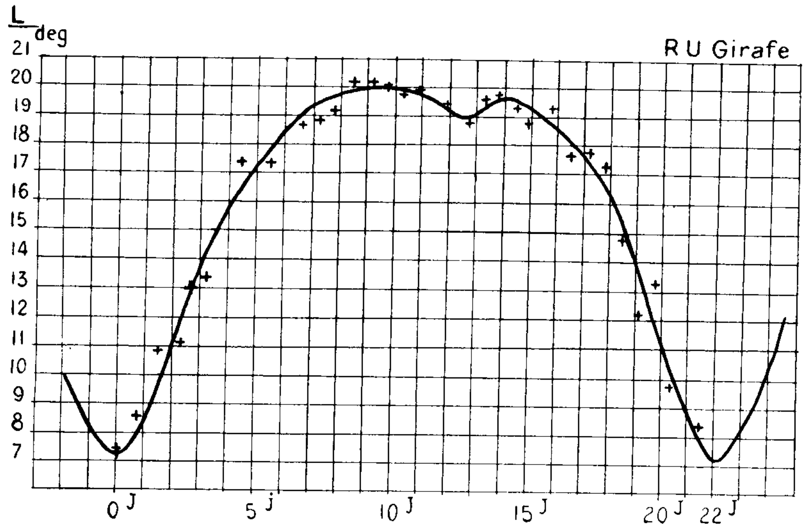


FIG. 2.

Les éclats de ces quatre maxima ou minima sont, en degrés L et en grandeurs L'.

		L.		L'.
		DEGRÉ.		MINUTE.
m_1	.. ..	7.2	.....	9.00
M_1	. ...	20.0	.....	7.93
m_2	. .	19.0	. ..	8.02
M_2	..	19.5	.....	7.98

M. LUIZET,
Astronome adjoint à l'Observatoire de Lyon.

Saint-Genis-Laval, 16 août 1912.

SUR L'ÉTOILE VARIABLE X CYGNE

Cette étoile variable a été découverte par M. Chandler en octobre 1886. Depuis le 9 juillet 1898, où j'ai commencé à l'observer à

l'aide d'une jumelle, par la méthode d'Argelander, j'ai fait 795 comparaisons de son éclat à ceux des étoiles suivantes :

Etoiles de comparaison :

*	L	L'	Potsdam
$a_{\prime}$ = B.D. + 35.4141	16°7	6m08	6m08
a = » + 36.4105	11.2	6.53	6.38
τ = » + 34.4127	6.4	6.91	6.96
d = » + 34.4111	2.5	7.23	7.06
f = » + 34.4114	0.0	7.43	7.44

Les éclats relatifs L des étoiles de comparaison résultent de mes observations; ils sont exprimés en *degrés*, et les grandeurs L' en sont déduites en adoptant pour l'étoile $a_{\prime}$ la grandeur 6m08 qu'elle a dans le catalogue photométrique de Potsdam, et 0m081 pour valeur de 1 degré.

Nouveaux éléments.—Au moyen de la courbe de lumière provisoire que j'avais obtenue en 1902 (A.N., n° 3831), j'ai tiré de mes observations les 111 maxima du tableau I.

TABLEAU I

E.	Maxima.			o c.	E.	Maxima.			o-c.
262	1898	juillet	12.1	— 6	302	1900	avril	29.5	+ 4
263	»	juillet	28.4	— 6	304	»	mai	31.7	— 2
264	»	août	14.4	0	305	»	juin	16.6	— 6
265	»	août	30 8	0	306	»	juillet	4.3	+ 7
266	»	septembre	16.1	— 1	307	»	juillet	20.2	+ 2
268	»	octobre	18.7	— 3	308	»	août	5.7	+ 3
269	»	novembre	4 1	— 3	312	»	octobre	9.4	— 3
271	»	décembre	7.2	+ 1	327	1901	juin	12.5	— 2
272	»	décembre	23.7	+ 2	328	»	juin	29.2	+ 1
280	1899	mai	3 2	— 4	329	»	juillet	15.3	— 2
282	»	juin	4.4	0	330	»	juillet	31.8	— 1
283	»	juin	22.0	+ 2	335	»	octobre	21.7	— 1
284	»	juillet	7.9	— 2	337	»	novembre	24.0	+ 4
285	»	juillet	24 5	0	340	1902	janvier	11.5	— 2
286	»	août	10.1	+ 2	348	»	mai	22.7	— 1
287	»	août	25.4	— 9	349	»	juin	8.3	+ 1
291	»	octobre	30.9	+ 1	350	»	juin	24.5	— 1
292	»	novembre	16.0	— 2	351	»	juillet	10.5	— 5

E.		Maxima.		o-c.
352	1902	juillet	26.9	— 5
354	»	août	28.5	— 6
355	»	septembre	14.9	+ 4
361	»	décembre	21.1	— 7
362	1903	janvier	6.4	— 8
370	»	mai	18.7	+ 4
372	»	juin	20.2	+ 1
373	»	juillet	6.3	— 1
374	»	juillet	21.8	—10
375	»	août	7.9	— 3
376	»	août	24.7	+ 1
377	»	septembre	9.6	— 4
378	»	septembre	26 8	+ 4
381	»	novembre	14.6	+ 1
383	»	décembre	17.9	+ 6
384	1904	janvier	3.1	+ 4
393	»	mai	29.2	0
394	»	juin	16.6	+21
395	»	juillet	1.2	+ 3
396	»	juillet	18.3	+10
397	»	août	2.9	+ 2
402	»	octobre	23.4	— 2
404	»	novembre	25.0	— 4
407	1905	janvier	14.1	+ 5
414	»	mai	8.0	— 3
415	»	mai	24.9	+ 3
417	»	juin	26.0	— 4
418	»	juillet	12.6	— 2
419	»	juillet	29.6	+ 4
420	»	août	14.0	— 6
421	»	août	30.6	— 3
424	»	octobre	18.0	—11
426	»	novembre	22.4	+15
430	1906	janvier	25.5	+ 1
438	»	juin	5.3	— 2
439	»	juin	22.3	+ 4
440	»	juillet	8.8	+ 5
441	»	juillet	24.5	— 2

E.		Maxima.		o-c.
442	1906	août	9.7	— 3
444	»	septembre	11.3	— 5
445	»	septembre	28.3	+ 1
446	»	octobre	13.8	— 8
461	1907	juin	17.5	+ 1
463	»	juillet	19.8	— 3
466	»	septembre	7.1	— 2
467	»	septembre	24.0	+ 3
469	»	octobre	27.0	+ 5
483	1908	juin	11.6	— 2
484	»	juin	28.1	— 1
489	»	septembre	17.5	— 7
490	»	octobre	4.7	+ 2
491	»	octobre	21.6	+ 7
493	»	novembre	22.5	— 2
504	1909	mai	21.8	— 1
507	»	juillet	10.2	+ 1
508	»	juillet	26.7	+ 2
511	»	septembre	13.6	0
513	»	octobre	16.5	+ 1
514	»	novembre	2.4	+ 6
528	1910	juin	19.6	+ 4
529	»	juillet	5.8	+ 2
532	»	août	24.4	+ 7
533	»	septembre	8.8	— 3
534	»	septembre	25.3	— 2
535	»	octobre	11.9	0
537	»	novembre	13.5	— 2
550	1911	juin	15.0	+ 3
551	»	juin	30.7	— 4
552	»	juillet	18.1	+ 7
553	»	août	3.1	+ 3
554	»	août	19 1	— 1
558	»	octobre	23.3	— 5
560	»	novembre	25.5	0
561	»	décembre	11.6	— 3
563	1912	janvier	13.7	0

Avec les données de ce tableau, j'ai calculé, pour chaque série annuelle d'observations, l'époque normale d'un maximum. Ces maxima normaux (L), combinés avec ceux que j'ai calculés d'après les observations de Mme von Prittwitz (V. P.), de MM. Chandler (Ch.), Dunér (D.), Sawyer (S.), Sperra (Sp.), Yendell (Y.) et Zeipel (Z.), sont inscrits dans le tableau II. Les différences ($o - c'$) de ce tableau ont été obtenues à l'aide des éléments suivants :

Max. 1886, octobre 10.—19 h. 7 + 16 j. 3848 E.

On voit qu'elles sont, en général, négatives au début, et toutes positives à partir de l'époque E = 376. Les éléments précédents ne représentent donc pas suffisamment bien l'ensemble des observations; aussi j'en ai calculé de nouveaux par la méthode des moindres carrés. J'ai trouvé qu'il fallait corriger l'époque origine des maxima de —o j. 136±o j. 057, et la durée de période de + o j. 00063±0,00054. Par suite les nouveaux éléments sont :

Maximum 2410190,684 (T. m. Paris) + 16 j. 38543. E.

ou Max. 1886, oct. 10, 16 h. 25 m. (T. m. P.)+ 16 j. 9 h. 15 m. 1 s., 2 E.

Les différences ($o—c$) que donnent ces nouveaux éléments sont exprimées en dixième de jour dans le tableau I, et en centième de jour dans le tableau II. L'erreur probable d'un maximum (tableau I) est de ± o j. 31.

TABLEAU II

Observateurs.	E.	Maxima.	$o—c'$.	$o—c$.
Ch.-S.	4	2410255.87	—49	—36
»	23	0567.54	—13	— 1
S.-Y.	43	0895.63	+26	+37
»	66	1272.21	— 1	+ 9
D -Y.	88	1632.61	— 7	+ 1
»	111	2009.46	— 7	— 1
Y.	132	2353.94	+33	+38
»	156	2746.87	+ 2	+ 6
S.-Y.	178	3107.19	—12	—10
Sp.	195	3385.41	—45	—43
Sp.-Y.	219	3779.45	+36	+36
L.	266	4549.04	—14	—17
L.-Y.	286	4876.63	—24	—29

Observateurs.	E.	Maxima.	o—c'.	o—c.
V. P.-L.-Y.	309	5253.70	— 2	— 8
L.	333	5647.06	+10	+ 3
L.-Y.	354	5990.83	—21	—30
L.	376	6351.63	+13	+ 2
»	397	6696.13	+54	+43
»	420	7072.51	+ 7	— 5
»	442	7432.92	+ 2	—12
Z.	451	7580.55	+19	+ 4
Sp -L.	466	7826.25	+11	— 4
L.	489	8203.09	+10	— 7
»	511	8563.78	+33	+14
»	533	8924.21	+29	+ 9
»	554	9268.21	+21	0

Courbe moyenne de lumière. — Dans des périodes consécutives l'éclat maximum de χ Cygne n'est pas toujours le même; il s'élève

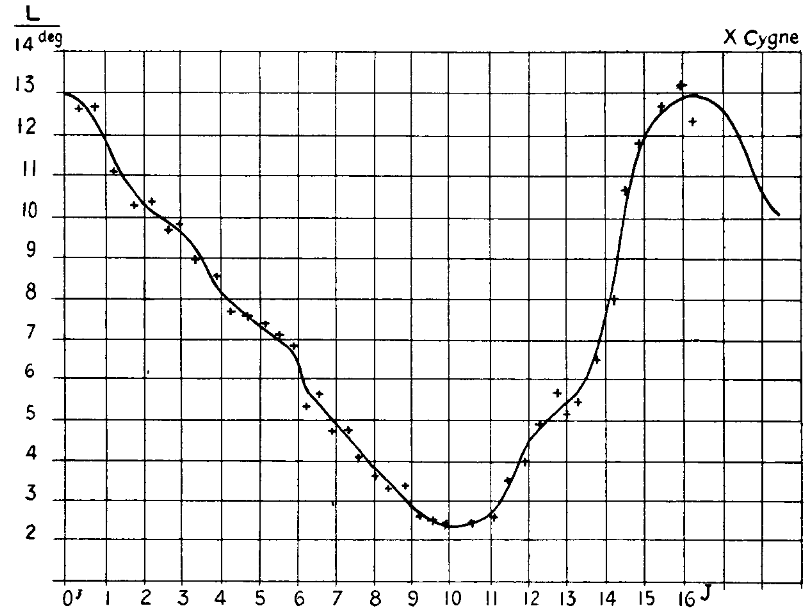


Fig. 3.

certaines fois jusqu'à L = 15°, et, d'autres fois, ne dépasse pas celui de l'étoile *a* (L = 11°2). Il en est de même de son éclat minimum, qui

descend parfois à L = 0°0, et, d'autres fois, reste un peu supérieur à celui de l'étoile δ (L = 2°5). Mes observations ne m'ont pas permis de mettre en évidence la loi suivant laquelle se reproduisent les maxima ou minima, brillants et faibles.

Etant donnée la variabilité des éclats extrêmes, la courbe de lumière ci-dessus n'est qu'une courbe *moyenne*. Elle a été obtenue en partageant les 795 observations en quarante groupes, ces observations ayant été au préalable ordonnées suivant les valeurs croissantes de l'intervalle de temps Δt qui sépare chacune d'elles du maximum précédent, calculé avec les nouveaux éléments. Les moyennes de ces quarante groupes sont inscrites dans le tableau III et ont servi à tracer la figure ci-jointe.

TABLEAU III

Δt Jours.	L Degrés.	Δt Jours.	L Degrés.
0.327	12.71	8.454	3.36
763	12.71	808	3.40
1.274	11.01	9.156	2.68
762	10.30	528	2.48
2.182	10.43	913	2.41
635	9.79	10.507	2.46
962	9.80	11.038	2.70
3.373	8.98	430	3.51
857	8.52	880	4.00
4.174	7.73	12.319	4.93
722	7.01	689	5.76
5.055	7.35	13.013	5.13
470	7.41	333	5.47
847	6.85	752	6.66
6.182	5.30	14.144	8.03
515	5.68	553	10.71
934	4.78	942	11.87
7.330	4.77	15.468	12.80
636	4.07	888	13.21
8.032	3.72	16.248	12.34

Conclusions. — La courbe ci-jointe montre que χ Cygne est une étoile à variation lumineuse continue et à courte période.

Les maxima et minima d'éclat se reproduisent à intervalles de temps réguliers : sa durée de période est 16 j. 9 h. 15 m. 1 s. 2.

Sa durée d'augmentation d'éclat est de 6 j. 1.

Des oscillations secondaires se produisent dans la diminution et dans l'augmentation d'éclat. Ces accidents, qui existaient déjà dans la courbe de lumière obtenue en 1902 (A. N., n° 3831), n'ayant pas disparu dans la courbe actuelle, bien qu'elle provienne d'un nombre d'observations presque triple, peuvent être considérés comme *réels*.

La grandeur des changements lumineux n'est pas constante; l'éclat maximum varie entre les grandeurs 6^m2 et 6^m5, et l'éclat minimum entre les grandeurs 7^m2 et 7^m4.

A ce point de vue, χ Cygne se comporte donc comme la plupart des étoiles variables à longue période.

M. LUIZET,
Astronome adjoint à l'Observatoire de Lyon.

Saint-Genis-Laval, 5 août 1912.

Procès-verbaux des Séances

SÉANCE MENSUELLE DU 27 NOVEMBRE 1912

PRÉSIDENCE DE M. A. FLAMACHE, VICE PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Se sont fait excuser : MM. Jacobs, président; A. Lemaire, vice-président.

MM. E. Lagrange et P. Mouton présentent comme nouveau membre M. Ernesto Paterno Castello, ingénieur à Catane.

M. Boutquin développe sa causerie sur le Congrès international de l'heure qui a eu lieu à Paris en octobre dernier.

Il rappelle d'abord les différentes étapes par lesquelles a passé la question de l'heure internationale. L'idée d'adopter une heure internationale fut émise, en 1904, au Congrès de Londres (Réunion des Académies): aucune suite n'y fut donnée alors. La télégraphie sans fil devait d'abord encore réaliser certains progrès et être réglementée. Cette première réglementation fut l'œuvre de la Conférence internationale de radiotélégraphie tenu à Berlin, en 1906. En 1910, le poste de télégraphie sans fil de la tour Eiffel commença à envoyer des signaux horaires deux fois par jour. La Conférence qui vient de se

terminer et à laquelle a participé M. Boutquin, a arrêté les bases de l'arrangement international, sous forme de vœux à ratifier par les divers gouvernements représentés, pour l'admission de l'heure universelle.

Après avoir rappelé quelques principes d'astronomie pour expliquer les différences d'heure locale, selon la longitude, le conférencier fait voir l'utilité d'adopter une heure unique. Pour déterminer cette heure avec la plus grande exactitude possible, un organisme nouveau a été créé. C'est le Bureau international de l'heure, qui aura son siège à Paris et qui sera l'analogue du Bureau international des poids et mesure. Il fonctionnera avec la collaboration des divers observatoires régionaux et centraux. La commission internationale de géodésie, dont le siège est Potsdam, aura aussi à intervenir comme contrôle ou pour rectification. Toute cette organisation est assez compliquée; une commission provisoire a été nommée pour arrêter les détails de son fonctionnement. Des signaux horaires seront envoyés, comme actuellement, mais à d'autres heures, du poste de la tour Eiffel, pour les besoins ordinaires. D'autres signaux, dits scientifiques, seront transmis par le même poste, permettant de recevoir l'heure à un centième de seconde près. Des centres de transmission seront établis en divers points du globe, chacun ayant un rayon étendu, de manière à couvrir la Terre au moyen d'un réseau complet.

Mais ces résultats ne peuvent être obtenus qu'au moyen de la radio-télégraphie. Le conférencier, après en avoir exposé les principes, montre d'une façon vivante comment son application au service de l'heure a été réalisée. Cette partie de la conférence de M. Boutquin a surtout été développée et a été d'un vif intérêt parce qu'elle abonde de faits d'observations pratiques qui sont rarement exposés. La place nous fait défaut pour la présenter comme il le faudrait.

Le conférencier a entretenu l'assemblée des derniers progrès réalisés : augmentation de la vitesse de transmission, enregistrement des signaux au moyen de la photographie, etc. Ce dernier procédé, appliqué à la méthode dite des coïncidences employée pour vérifier la marche comparative des pendules à un centième de seconde près, voire même au millième, ouvre un champ nouveau aux chercheurs.

M. Boutquin donne encore quelques indications au sujet de l'emploi de la radiotélégraphie pour la transmission des observations météorologiques, question qui a été effleurée à la Conférence, mais

qui a été finalement réservée pour le prochain Congrès international de météorologie.

Il indique aussi, sommairement, comment la télégraphie sans fil pourra contribuer également à l'étude des phénomènes atmosphériques qui exercent une influence sur elle. Une commission internationale provisoire a été nommée dans ce but par l'une des commissions de la Conférence internationale de l'heure. Un don de 25,000 francs lui a été fait par **M. Goldsmidt** (Bruxelles).

La question de la réception des signaux radiotélégraphiques est ensuite reprise par **M. Lagrange** qui, par quelques démonstrations, montre comment un particulier peut, au moyen d'une installation très sommaire, percevoir chez lui les signaux horaires.

Plusieurs membres, entre autres M. le commandant **Bastien** et **M. Delporte** font, au sujet de la réception de ces signaux, des communications qui intéressent vivement l'assemblée et qui montrent combien est captivante et étudiée en ce moment, cette question de la réception des signaux de la radiotélégraphie.

La séance est levée à 11 heures.

Le Secrétaire administratif,
ED. HANAPPE.

Bulletins mensuels

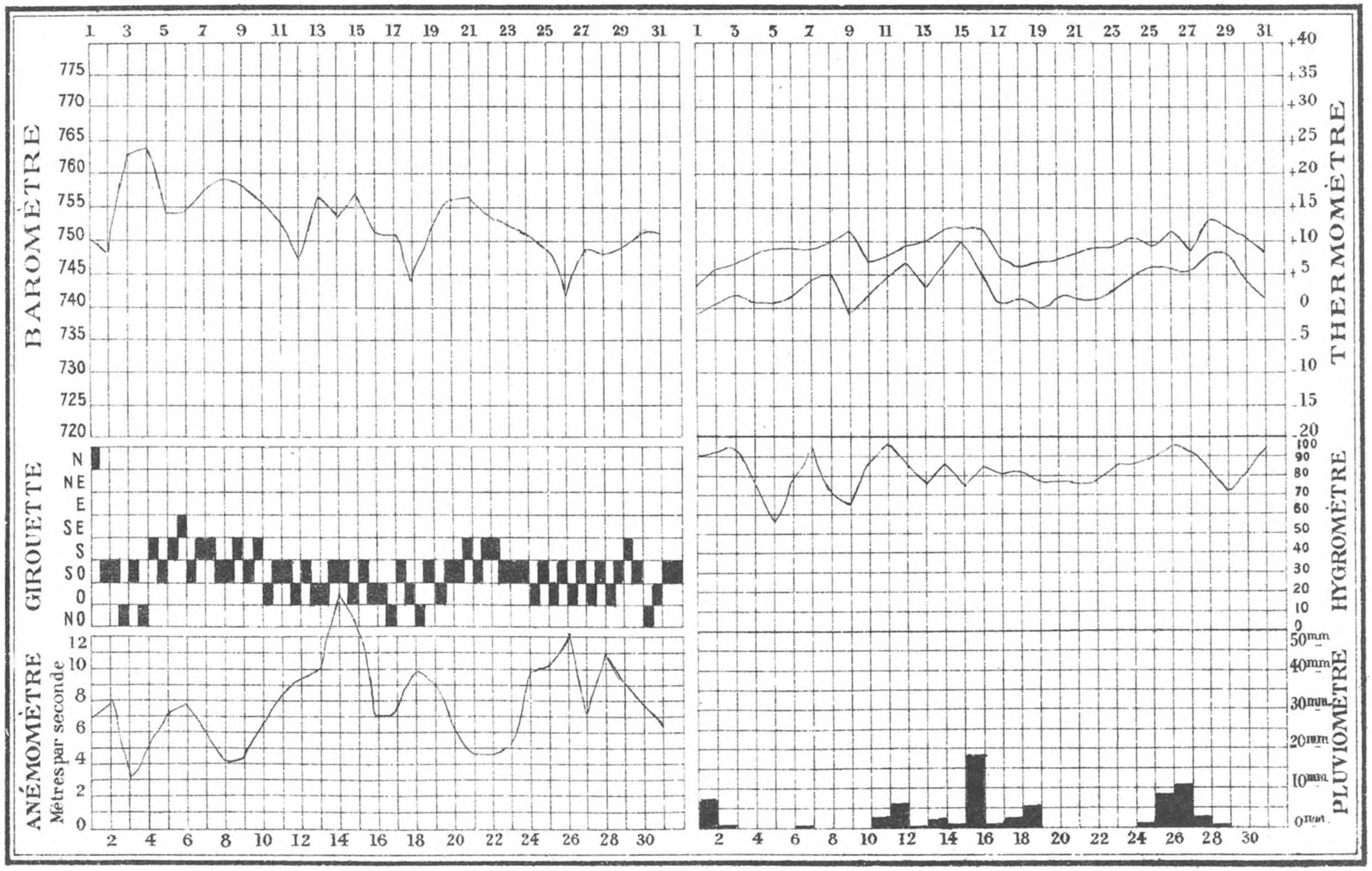
BULLETIN DU CLIMAT DE LA BELGIQUE (Décembre 1912)

Observations d'Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	Décembre 1912
Hauteur barométrique moyenne à midi . . .	753,0^{mm}	753,8^{mm}
Hauteur barométrique moyenne la plus élevée .	764,1	—
Hauteur barométrique moyenne la plus basse .	742,9	—
Température moyenne du mois	2°4	6°3
Température moyenne la plus élevée	7,2	—
Température moyenne la plus basse	—5,5	—
Maximum thermométrique absolu	15,3	12,9
Minimum thermométrique absolu	—16,9	—0,9
Nombre de jours de gelée .	13	2
— maximum . . .	31	—
— minimum . . .	0	—
Vents dominants (proportion sur 100)	SW (35), S (16), W (15), E (13).	SW (49), W (27), S (15), NW (7).
Vitesse moyenne du vent .	4,5	7,8
Humidité moyenne à midi .	87,6	82,7
Hauteur totale d'eau recueillie.	60^{mm}	72,9^{mm}
Hauteur maximum . . .	164	—
Hauteur minimum . . .	5	—
Nombre de jours d'eau recueillie	18	18
Nombre de jours d'orage .	0.1	0
— — de neige .	5	3
— — de grêle .	0.7	0

N. B. — L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. La température moyenne est déterminée d'après les maxima et les minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0^{mm}1. — Les jours de pluie sont comptés sans avoir égard à la quantité d'eau recueillie; on compte comme jours de pluie ceux même où des gouttes seulement sont tombées.

OBSERVATIONS D'UCCLE — Décembre 1912



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima. Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

Déc. 1912	UCCLE			FURNES			OSTENDE			MAESEYCK			LIÉGE			SPA			ARLON		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	2.8	—0.8	1.0	6.1	0.4	3.2	7.6	2.0	4.8	3.1	0.0	1.5	3.1	0.6	1.8	2.5	0.0	1.2	1.9	—1.0	0.4
2	5.1	0.3	2.7	8.8	0.9	4.8	7.6	1.7	4.6	5.9	0.0	2.9	5.2	0.9	3.0	5.0	—1.5	1.7	2.1	—3.3	—0.6
3	6.2	2.4	4.3	8.7	3.1	5.9	8.0	3.9	5.9	5.9	0.2	3.0	5.2	1.2	3.2	5.0	1.0	3.0	2.5	—0.6	0.9
4	7.7	1.0	4.3	9.8	4.0	6.9	9.0	4.6	6.8	6.1	—0.9	2.6	6.6	0.2	3.4	5.2	**—2.5**	1.3	2.3	—4.2	—1.0
5	7.9	0.7	4.3	6.1	—0.5	2.8	6.0	**0.5**	3.2	3.0	—1.3	0.8	6.6	**—0.3**	3.1	5.8	0.5	3.1	0.2	**—5.8**	—2.8
6	9.5	1.6	5.5	9.0	**—0.9**	4.0	9.0	0.7	4.8	7.1	**—1.8**	2.6	9.1	1.4	5.2	8.5	0.0	4.2	1.0	—5.3	—2.2
7	9.4	4.8	7.1	8.3	2.3	5.3	7.9	3.3	5.6	7.3	2.2	4.7	9.0	4.2	6.6	7.0	3.0	5.0	1.4	—3.3	—1.0
8	9.9	5.0	7.4	11.3	4.8	8.0	10.4	4.6	7.5	10.1	2.2	6.1	11.4	4.6	8.0	9.0	3.0	6.0	4.8	—3.0	0.9
9	11.7	**—0.9**	5.4	6.2	—0.3	2.9	6.4	0.5	3.4	4.0	—1.6	1.2	6.8	0.6	3.7	6.8	0.8	3.8	1.6	—5.9	—2.2
10	6.9	1.8	4.3	9.2	—0.2	4.5	8.6	0.4	4.5	8.0	—1.4	3.3	7.3	0.7	4.0	8.0	—1.0	3.5	3.8	—5.0	—0.6
11	7.7	4.8	6.2	10.4	5.1	7.7	9.8	5.2	7.5	8.4	1.7	5.0	8.6	3.6	6.1	7.8	2.8	5.3	5.8	0.0	2.9
12	9.1	7.1	8.1	9.4	7.5	8.4	9.5	7.6	8.5	9.5	6.5	8.0	9.3	6.1	7.7	8.0	5.4	6.7	6.8	2.3	4.5
13	9.8	3.3	6.5	11.7	2.8	7.2	12.0	3.1	7.5	10.7	2.2	6.4	9.6	3.8	6.7	8.5	3.0	5.7	5.8	1.1	3.4
14	12.0	6.7	9.3	12.7	6.1	9.4	12.4	6.0	9.2	12.8	4.0	8.4	12.4	3.9	8.1	11.0	4.0	7.5	9.6	1.7	5.6
15	12.1	10.7	11.4	11.2	10.0	10.6	12.0	10.6	11.3	12.2	10.5	11.3	12.6	9.6	11.1	11.0	8.0	9.5	10.4	0.5	5.4
16	11.4	6.1	8.7	12.0	9.0	10.5	8.6	7.9	8.2	9.8	9.1	9.4	10.8	»	»	10.5	8.5	9.5	9.5	3.8	6.6
17	6.9	0.5	3.7	6.3	1.0	3.6	7.9	5.4	6.6	5.1	—0.3	2.4	4.8	1.2	3.0	4.0	—0.8	1.6	2.6	—2.1	0.2
18	5.6	1.8	3.7	5.2	0.9	3.0	6.1	2.5	4.4	4.5	0.0	2.2	4.1	1.6	2.8	3.0	1.0	2.0	2.2	—1.0	0.6
19	6.6	0.0	3.3	7.9	4.8	6.3	8.1	2.3	5.2	6.9	0.0	3.4	6.1	1.2	3.6	6.0	0.5	3.2	1.9	—1.1	0.4
20	6.7	2.3	4.5	6.3	3.8	5.0	6.5	3.9	5.2	6.1	1.7	3.9	10.2	2.5	6.3	7.0	0.8	3.9	3.1	—3.0	0.0
21	8.2	2.1	5.1	7.5	0.2	3.8	7.3	1.2	4.2	5.2	**—1.8**	1.7	9.8	3.3	6.5	9.5	0.0	4.7	3.8	—3.1	0.3
22	9.4	1.8	5.6	7.0	2.0	4.5	6.6	1.7	4.1	7.0	—1.0	3.0	9.8	3.1	6.4	9.0	1.0	5.0	4.8	—3.1	0.8
23	9.3	3.1	6.2	7.0	0.0	3.5	6.1	1.3	3.8	9.0	0.0	4.5	11.1	4.6	7.8	10.8	4.0	7.4	7.2	—2.0	2.6
24	10.1	5.0	7.5	10.4	3.5	6.9	9.8	2.9	6.3	10.0	1.7	5.8	10.0	5.6	7.8	10.0	5.5	7.7	8.0	0.2	4.1
25	9.9	6.1	8.0	13.0	6.8	9.9	12.4	6.0	9.2	11.9	6.4	9.1	11.9	7.3	9.6	10.9	6.2	8.5	9.0	4.0	6.5
26	12.3	5.9	9.1	9.7	4.8	7.2	9.6	3.7	6.6	9.3	4.8	7.0	9.6	6.8	8.2	8.9	6.0	7.4	7.6	3.7	5.6
27	8.4	5.5	6.9	**13.0**	5.1	9.0	**13.0**	5.6	9.3	**12.9**	5.7	9.3	**13.0**	5.4	9.2	**12.0**	5.0	8.5	10.8	2.7	6.7
28	**12.9**	7.8	10.3	**13.0**	4.0	8.5	12.9	5.4	9.1	12.8	7.2	10.0	12.5	6.8	9.6	11.8	5.5	8.6	**11.2**	4.2	7.7
29	12.5	8.0	10.2	11.0	7.3	9.1	10.7	9.8	10.2	12.0	7.4	9.7	12.1	8.7	10.4	12.0	9.0	10.5	9.2	2.4	5.8
30	11.5	4.0	7.7	7.6	6.1	6.8	8.8	6.1	7.4	8.3	4.5	6.4	8.6	5.2	6.9	7.0	4.5	5.7	4.1	1.5	2.8
31	8.3	1.9	5.1	8.8	3.1	5.9	7.0	3.2	5.1	6.3	1.2	3.7	6.4	3.4	4.9	7.0	3.0	5.0	2.2	1.5	1.8

N° XII (Décembre 1912).

Nos d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Intensité	COMMENCEMENT DE			MAXIMUM				Fin de L	Fin du mouvement	OBSERVATIONS
					P	S	L	Heure	A	T	Δg			
					h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	μ	s.	milligalls.	h. m. s.	h. m.	
144	1	ENE	Bif.	I*u*	8-38-30	8-50- 8	9- 7-	9-27-27 9-31-51 9-33- 5	7 12 12	18 14 16	— — —	—	12- 1	Distance = 10920 kilomètres.
145	5	»	»	»	*i*12-39-53	*i*12-50-5	13-7-	13-16,0-	3	16	—	—	14-	Distance = 9020 kilomètres. Max. très peu distinct.
146	7-8	»	»	I*r*	*i*22-58-30	23- 1-59	23- 8,4-	23-12-38 23-21-56	8 12	12 15	— —	—	1-3	Distance = 2070 kilomètres.
147	8	»	»	»	*i*21-31-23	21-34- 0	—	—	-	—	—	—	—	Distance = 2160 kilomètres. L très peu marqué.
148	»	NNW	Cart.	»	*i*21-40 52	—	—	—	—	—	—	—	22- 5	Phases indistinctes.
149	9	ENE	Bif.	I*u*	—	—	0-35-	0-44-50	22	17	—	1-10	1 1/2	
150	»	NNW	Cart. Om.	I*u*	8-44-18	8-53-40	9- 3-	9-20,3-	20	17	—	—	10 1/4	Distance = 8040 kilomètres.
151	16	»	Cart.	I*v*	*e* 9-46-28	—	9-46-58	9-47 14 9-47-24	1 1 1/2	1 1,5	— —	9-47,8	9-48,7	Distance = 230 kilomètres.
152	24	»	»	»	*i* 1-56-36	*i*1-57- 0	1-57- 7	1-57-19 1-57-38	5 5	2 2	— —	1-58,1	2- 0,2	Distance = 240 kilomètres.

BULLETIN SISMIQUE

Décembre 1912.

Des neuf tremblements de terre enregistrés par nos sismographes, sept sont des télésismes et deux des plésiosismes. Parmi les premiers se trouve celui qui correspond à notre n° 144 dont le foyer serait d'après nos calculs basés sur le procédé stéréographique et les tables du Dr. O. Klotz d'Ottawa, par 29°6 N. et 133°0 E., d'après le dépouillement des graphiques de Pulkovo, Vienne, Zi-ka-wei et Cartuja. Le brillant procédé du Pr. B. Galitzin donne avec les seuls sismogrammes de Pulkovo $\varphi = 29°$ N. — $\lambda = 136°$ E., et ces foyers assez peu distants l'un de l'autre, se trouvent tous deux en plein Océan Pacifique et au large des îles les plus septentrionales de l'archipel de Riu-kiu, où ce tremblement de terre a dû être ressenti, de même que dans le sud du Japon (îles de Kiu-siu, Sikoku et portion sud de celle de Hondo ou Nippon).

Le n° 145 doit avoir son épicentre par 54°6 N. et 135°5 W. (près de Sitka dans le S. de l'Alaska). d'après nos calculs basés sur nos graphiques et ceux de Hambourg et de Graz.

Le n° 149 provient sûrement de l'Extrême-Orient, d'après une copie des sismogrammes de son Wiechert de 1200 kilos qui nous a été envoyée par le P. H. Gauthier, S. J., de Zi-ka-wei, auquel nous sommes redevables aussi d'une autre copie photographique du graphique correspondant au n° 144. Le foyer serait, d'après M. Wilip, collaborateur du Pr. Galitzin à Pulkovo, par 39° N. et 143° E. Gr., c'est-à-dire dans les abîmes de la fosse de Tuscarora, au large de la partie NE. de l'île de Hondo.

Notre n° 150 correspond à un tremblement de terre dont le foyer se trouve, aussi d'après Pulkovo, par 19° N. et 85° W., c'est-à-dire à 8000 kilomètres de Cartuja et dans la mer des Antilles, à l'E. du Yucatan et à l'W. de l'île de Cuba.

EMM. Ma S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de la Station sismologique
de Cartuja (Grenade).

Notes

Climat et récoltes.—M. H. Arctowski compare dans un récent travail (1) les récoltes obtenues par unité de surface dans les différents Etats de la Confédération américaine de 1891 à 1900 et de 1901 à 1909 à la moyenne par acre en boisseaux. Il obtient des quantités positives et négatives qu'il reporte sur une carte; en joignant les points où les nombres positifs et négatifs sont égaux, il trace ainsi des courbes, qui sont semblables aux isobares et très fréquemment concentriques; parfois, comme pour les centres de haute pression, la partie centrale est un maximum; parfois, comme pour les centres de basse pression, la partie centrale est un minimum. Ces courbes se déplacent d'une année à l'autre; les quantités positives envahissent

(1) H. ARCTOWSKI, « Studies on Climate and Crops; Corn Crops in the United States », *Amer. Geogr. Soc.*, t. XLIV, 1912.

presque toute l'étendue du territoire des Etats-Unis pendant les années grasses; un peu plus tard, on remarque, pendant les années maigres, l'inverse; les quantités négatives recouvrent la carte à ce moment.

Il prend ensuite toutes les cartes et essaie de les classer, suivant leur apparence générale, en années normales et années anormales soit uniformément bonnes, soit uniformément mauvaises, soit inégales parce que la carte montre des régions très favorisées à côté de régions moins heureuses.

M. H. Arctowski a eu également l'idée d'additionner tous les écarts positifs et négatifs. Les résultats sont curieux, ils n'ont cependant pas de valeur significative réelle. En comparant les nombres, il constate une augmentation de 1891 à 1894, suivie d'une décroissance lente et progressive jusqu'en 1899; en 1901, accroissement brusque puis diminution lente jusqu'en 1904 et 1907. Or, point intéressant, en 1893 on trouve un maximum de fréquence des taches solaires, en 1901 un minimum. Le maximum suivant fut observé en 1905-1907!! Coïncidence de maxima en 1894, inversion en 1901 et 1907! Constatation déjà faite précédemment qui rend la discussion de l'influence des taches solaires sur les phénomènes météorologiques si compliquée. P. P.

Aspect troublé de l'atmosphère pendant l'été 1912. — De nouvelles observations probantes sont venues se joindre à celles que nous avons relevées précédemment (p. 362).

Nous avons indiqué les observations faites à Zurich par M J. Maurer; ce savant constate encore (1) que l'aspect du Soleil et du ciel est redevenu normal à partir du 11 octobre 1912; ceci est confirmé par M. Ferd. Schmid (Toggenburg), observateur assidu de la lumière zodiacale qui constate que depuis la même date le ciel étoilé a repris son caractère habituel comme transparence et aspect de la lumière zodiacale, la pleine lune également éclairait le paysage comme elle le fait par une atmosphère pleinement sereine; dans cette région du ciel la période troublée semble donc avoir pris fin après avoir perduré pendant six mois.

A Riga, M. W.-D. Addison (1) a constaté que depuis la fin de mai un voile, par le plus beau temps, a couvert le ciel, donnant au Soleil un aspect étrange; on pouvait le fixer à l'œil nu longtemps avant son coucher. N'oublions pas que l'été, en Russie a été sec et chaud, tandis que ce fut le contraire dans l'Europe occidentale; les jours d'observation y ont donc été nombreux.

Mais la note la plus intéressante nous est fournie par M. A. de Quervain, de l'expédition suisse au Grönland (3). Pendant toute la traversée de l'inlandsis et jusqu'à ce que l'on fût arrivé à la côte orientale, le ciel n'eut jamais, en l'absence de tout nuage, sa teinte bleue normale, même lorsqu'on se trouvait aux hautes altitudes de 2 500 mètres et il se présenta toujours avec un aspect gris plomb. Les indigènes de la côte orientale avaient eux-mêmes été frappés de cet aspect insolite de l'atmosphère que M. Petersen, à Angmagsalik, avait constaté également. La traversée de l'inlandsis s'est effectuée en juillet et août 1912.

En Belgique, on n'a fait aucune constatation du phénomène dont nous nous occupons ici, quoique l'étude de l'aspect du ciel à l'œil nu soit soigneusement suivie par

---

(1) *Meteor. Z.*, déc. 1912, p. 588.
(2) *Quart. J. of the R. M. Society*, october 1912, p. 321.
(3) *Meteor. Z.*, déc. 1912, p. 587.

le service météorologique de notre Observatoire et par plusieurs observateurs privés et indépendants.

Les taches solaires et les variations du champ magnétique terrestre. — Le fait de la corrélation générale entre l'activité solaire exprimée par le développement des taches et la marche des élémens du champ magnétique du globe en un point donné de sa surface est bien établi aujourd'hui. Le développement des taches peut s'évaluer par deux méthodes : leur nombre et la surface qu'elles couvrent comparée à celle du disque solaire. C'est la méthode du *nombre* qui a permis à Wolf (Zurich) d'établir la période de 11,9 ans, s'étendant d'un maximum à un maximum et divisée en deux parties inégales, la première du maximum au minimum qui le suit étant un peu plus longue en moyenne que la seconde qui correspond au relèvement. La méthode de la *surface* des taches pratiquée plus tard et utilisée régulièrement aujourd'hui dans les observatoires de physique solaire (à l'Observatoire de l'Ebre, par exemple) conduit aux mêmes conclusions générales. Quoi qu'il en soit, le phénomène de la variation des taches, a été, peu après sa première découverte par Schwabe (1843), mis en relation avec la variation des amplitudes des éléments du champ magnétique terrestre, découvert par Lamont (1851), et avec celle du nombre des perturbations et « orages magnétiques » mis, en 1852, en évidence par Sir Edward Sabine. Depuis lors, de très nombreux travailleurs, en tous pays, s'aidant des multiples matériaux que les observatoires magnétiques accumulent sans cesse, se sont attachés à ce même sujet, l'ont étudié avec plus de soins et de détails de manière à préparer plus sûrement la recherche des causes du phénomène.

En ce qui concerne les éléments du champ magnétique terrestre en un point donné (déclinaison, inclinaison et intensité horizontale) on a pu constater que les *amplitudes moyennes annuelles*, calculées en ne tenant compte que des « jours calmes », c'est-à-dire sans «perturbations» et sans « orages magnétiques», suivent la même marche que l'intensité de l'activité solaire — le même résultat est acquis d'ailleurs si on tient compte des perturbations. Nous citerons seulement les travaux de Ellis (Greenwich) et Moureaux (Paris). L'accord entre les courbes de variation ne parait d'ailleurs pas *complet*.

Si au lieu des amplitudes annuelles on considère le nombre des «perturbations», nous avons déjà dit que les travaux de Sabine montraient la même concordance ; ajoutons qu'elle a été confirmée plus récemment également par Ellis et Moureaux. Ces lois ont d'ailleurs été établies indépendamment de toute idée théorique; ce n'est que dans ces toutes dernières années que les théories de l'ionisation et du rayonnement cathodique solaire ont conduit à des tentatives d'interprétation de ces phénomènes et d'autres connexes, comme celui des aurores boréales (Störmer et Brester).

La Loi de Spörer. — La variation undécennale de l'énergie rayonnante superficielle du Soleil s'effectue d'après les recherches de Carrington et de Spörer d'une manière très particulière qu'exprime ce que l'on appelle la *Loi de Spörer*. Il résulte des observations de Spörer, faites à Potsdam (1854-1879) que, un peu avant le minimum, il n'y a de taches que vers l'équateur entre ± 5° de latitude ; à partir de ce minimum les taches qui avaient depuis longtemps déserté les hautes latitudes s'y montrent brusquement vers ± 30°, puis se multiplient un peu partout entre ces

limites jusqu'au maximum, leur latitude moyenne s'abaissant peu à peu depuis le maximum jusqu'aux environs du maximum qui le suit (1).

Cette *loi de Spörer* a été critiquée par W. Lockyer (2) et le R. P. Cortie qui a prétendu qu'elle ne donnait qu'une idée générale de la circulation des taches; qu'au lieu d'avoir affaire pendant la demi-période suivant le maximum à une seule vague descendante, on avait affaire en réalité à une série de vagues descendantes consécutives partant de latitudes de moins en moins hautes ; mais E. Walter Maunder (3) parait avoir répondu victorieusement à ces critiques et considère dans son ensemble la *loi de Spörer* comme exacte, en appelant cependant l'attention sur la durée de un an à un an et demi qu'il donne à l'ascension brusque à partir du minimum. Le travail de Maunder est basé sur l'étude de 5000 groupes de taches photographiés à Greenwich de 1874 à 1902. C'est donc une œuvre de la plus haute importance.

La période annuelle de la fréquence des « orages magnétiques » et des aurores. — Nous avons parlé plus haut des variations du nombre des orages et des perturbations magnétiques en corrélation avec le cycle solaire de onze années. Depuis qu'elles ont été mises en évidence, M. Ellis (4) a montré qu'il existait dans la fréquence des perturbations et des aurores une période annuelle, avec un maximum aux équinoxes et un minimum aux solstices — que cette période existe aussi bien à l'époque du maximum des taches qu'au minima et n'est pas en corrélation avec *une périodicité semblable pour les taches elles-mêmes*. Après avoir constaté le fait en lui-même, M. Ellis l'interprète en disant : « Aux équinoxes, la surface entière de la Terre est sous l'influence du Soleil, aux solstices, une portion considérable de la Terre reste dans l'ombre de cette influence ». Puis Sir N. Lockyer et W. Lockyer (5) ont présenté comme hypothèse explicative l'inclinaison de l'axe solaire par rapport à l'écliptique, qui fait que suivant les diverses périodes de l'année les régions polaires du Soleil où se manifestent surtout les proéminences solaires regardent plus ou moins la Terre ; ces proéminences (et non les taches) étant en relation avec les orages magnétiques, comme au commencement de mars et de septembre les régions polaires solaires sud ou nord sont tournées davantage vers la Terre, les orages y sont plus fréquents et moins fréquents au contraire aux solstices lorsqu'aucun des deux pôles n'a de « vues » prédominantes sur notre globe.

Enfin, et c'est là que nous voulions en venir, pour terminer cette récapitulation des récents acquits dans le domaine des relations physiques terro-solaires, le R. P. Cortie (6) vient de présenter une interprétation de la loi annuelle qui se rapproche de la précédente en ce sens qu'elle l'attribue également en principe à l'inclinaison

(1) Bosler, *Les Théories modernes du Soleil*, p. 230, et Spörer, C. R., t. 108, p. 486.

(2) W. Lockyer, « Sunspot variations in latitude (1861-1902) », *Monthly Notices*, 1904. — Rev. A. L. Cortie, « Variation in latitude of the greater sunspot disturbances », *Id.*, 1904, p. 762.

(3) « Note on the distribution of sun spots in heliographic latitude », *Monthly Notices*, 1904, p. 747.

(4) W. Ellis, « The Aurora and magnetic disturbance », *Monthly Notices*, 1904, p. 228; — « Sunspots and magnetic disturbance », *Monthly Notices*, 1901, p. 537.

(5) Sir N. Lockyer et W. Lockyer, « A probable cause of the yearly variation of magnetic storms and Aurorae », *Monthly Notices*, t. LX, supplément.

(6) « Observatory », décembre 1912; dans le compte rendu de l'assemblée du 8 novembre 1912 de la R. A. Society. E. L.

de l'axe solaire sur l'écliptique et la montre sans rapport réel avec les solstices et les équinoxes. Le nœud ascendant de l'équateur solaire sur l'écliptique est par 74° de longitude, le nœud descendant par 254°; la Terre est en ces points aux commencements de décembre et de juin, et sa latitude héliographique est voisine de zéro; elle passe donc en face de régions du Soleil où les taches sont toujours rares; de là un minimum d'activité magnétique. De même les maxima de latitude héliographique se présentent vers les équinoxes et notre globe se trouve sous l'influence des zones solaires à taches et cela spécialement dans la partie descendante de la période undécennale, d'où les maxima d'activité amagnétique (comme exemple les grandes tempêtes magnétiques du 28 septembre 1909). En somme, comme on le voit, cela confirme le fait que les taches sont actives et provoquent des tempêtes magnétiques lorsque leurs axes balaient la surface terrestre et explique aussi les cas singuliers où l'abondance des taches dans certaines régions solaires n'est nullement caractérisée par un nombre remarquable d'orages magnétiques terrestres.

Le « Gouffre » ou Mistpoeffers de l'île d'Haïti. — Le Bulletin de l'Observatoire météorologique du séminaire de Saint-Martial (Port-au-Prince, Haïti) (1), nous donne de curieux renseignements sur des « bruits mystérieux » entendus le long des côtes d'Haïti, au pied des falaises calcaires du morne de la Selle, et que nous ne pouvons que rapprocher de nos mistpoeffers belges ; ni M. Ern. Vanden Broeck, dans la belle étude (2) qu'il a consacrée autrefois à ce « Phénomène mystérieux de la physique du globe », ni Montessus de Ballore (3) n'en font mention. Il nous paraît donc intéressant d'extraire du Bulletin précité les quelques notes qui suivent :

« En Haïti, on désigne généralement sous le nom de *gouffre* un bruit particulier qui se manifeste avant ou pendant un phénomène sismique... C'est ce sens que lui donnaient déjà les anciens historiens du pays : Nicol, Moreau de Saint-Méry, etc., et, de fait, beaucoup de tremblements de terre sont précédés ou accompagnés de cette sorte de mugissement.

» Le mot « gouffre », qu'on le fasse dériver du grec *Kolpos*, golfe, ou de *Kompos*, retentissement, éveille l'idée d'abîme aux sonorités puissantes ; voilà pourquoi Moreau de Saint-Méry, voulant probablement expliquer certains bruits isolés, sans relation apparente avec un séisme incontesté — bruits pourtant identiques à ceux qu'on entend durant les tremblements de terre — a cherché ailleurs l'explication désirée. Ils seraient causés, d'après lui, par le vent pénétrant violemment dans les nombreuses cavités ou entonnoirs qui se trouvent sur le sommet et les flancs du morne de la Selle.

» Pour d'autres — et c'est là l'opinion des habitants eux-mêmes — ce serait la masse d'eau séjournant et circulant dans les anfractuosités intérieures de la montagne qui produirait ces phénomènes acoustiques. On affirme même que cela annoncerait un changement de temps.

» Ces bruits sont variés : un char roulant lourdement sur une route pavée... la foudre grondant au loin... de la dynamite explosant ou le canon tonnant... l'eau

(1) *Bulletin de l'observatoire météorologique* du séminaire de *Saint Martial* (Port au Prince, Haïti), decembre 1911.

(2) E. Vanden Broeck, « Un phanomène mystérieux de la Physique du Globe » *Ciel et Terre*, 16e année, 1895-96 et 17e année, 1896-97.

(3) De Montessus de Ballore, *La Science sismologique* (p. 154)

tombant sur les feuilles sèches — le vent soufflant en tempête dans les hautes futaies... Ils ont été constatés en l'absence complète de toute apparence d'orage.

» Si l'on ne considère que la formation géologique du système des mornes de la Selle, on serait tenté d'admettre que le bruit du *gouffre* n'est dû qu'à la dynamique externe. La chaîne dont nous parlons est, en effet, composée d'un calcaire tertiaire, orientée de l'est à l'ouest et d'une altitude moyenne de 2,200 mètres. Elle est limitée au nord par une falaise tombant à pic; au sud par un plateau à pente douce, large de 2 à 3 kilomètres; elle se termine brusquement, après avoir décrit une vaste faneille. Tout le long de la dislocation très abrupte se trouvent des cirques volcaniques, aujourd'hui déformés par l'érosion. D'après M. l'ingénieur G. Tippenhauer, ce système orographique qui s'incline vers la mer des Antilles est très instable. Sur son arête dorsale on observe de grandes vasques circulaires, d'un diamètre de 50 mètres et d'une profondeur égale. On y voit de nombreuses excavations et une rivière y disparaît pour réapparaître quelques kilomètres plus bas...

» Ces constatations — et aussi ce fait que nos gens des mornes sont bien plus impressionnés par un violent orage, un cyclone, des pluies diluviennes que par un terrible tremblement de terre, contre lequel leurs maisons sont mieux garanties — explique assez bien que l'on ait pu attribuer le phénomène du gouffre à des apparences qui, dans certains cas, peuvent être cause de bruit. Le gouffre n'aurait donc qu'une origine atmosphérique...

» Mais ailleurs, là où les tremblements de terre produisent une véritable épouvante par leurs effets désastreux, on a conclu tout naturellement que le bruit du *Gouffre* qui accompagne si souvent ces cataclysmes, a une origine sismique; plusieurs considérations militent en faveur de cette dernière opinion. La chaine de la Selle s'incline vers la mer des Antilles, son soulèvement est dû à l'affaissement de cette mer — et la falaise qui la borde au nord indique une ligne de rupture; d'autre part, toute la partie au nord de cette même ligne s'affaisse comme on le constate dans la Plaine du Cul-de-Sac et dans la baie de Port-au-Prince; sans doute, le glissement le long de la brisure est excessivement lent : il peut, toutefois, produire des vibrations de la croûte terrestre — vibrations sensibles à l'oreille; en sismologie, on appelle ces mouvements des bradyséismes, ils sont de nature tectonique.

» Habitué, comme on l'est, à ces bruits, on leur a donné le nom générique de gouffre. Mais, fait digne de remarque, les habitants du Treu-Coucou et des régions avoisinantes n'hésitent pas à indiquer le lieu d'où part ce bruit : toujours la base de la falaise et jamais la crête de la montagne.

» Et maintenant que conclure? Considérant que ce phénomène s'observe dans une région de dislocation évidente et qu'il se manifeste fort diversement, à des jours et à des heures, d'où l'on peut exclure toute présence d'orage ou de tempête — et que cela coïncide souvent avec un tremblement de terre sensible — nous ne croyons pas téméraire de penser, jusqu'à plus ample informé — que le *Gouffre* aux environs du morne de la Selle est d'origine sismique et produit probablement par le déplacement très lent des couches terrestres. »

L'Observatoire météorologique de Saint-Martial a d'ailleurs ouvert une enquête systématique sur le phénomène en transmettant à ses correspondants dans l'île un questionnaire semblable à celui dont ont fait usage les savants qui, comme M. Ern. Vanden Broeck en Belgique et Tito Alippi en Italie, ont entrepris des recherches analogues sur leurs bruits mystérieux « nationaux ». E. L.

HENRI POINCARÉ (1854-1912).

IV

Henri Poincaré a fait de nombreuses recherches sur les équations de la physique mathématique, — recherches qui intéressent tout autant, sinon davantage les géomètres que les physiciens, — mais son enseignement à la Faculté des sciences l'a surtout amené à examiner et à discuter tour à tour les théories physiques fondamentales. C'est de cet enseignement que sont sortis cette admirable collection d'ouvrages sur la thermodynamique, sur l'élasticité, sur les tourbillons, sur la capillarité, sur la propagation de la chaleur, sur la théorie du potentiel, sur le calcul des probabilités, sur les théories optiques et électriques (1). Mais, de plus, cette vaste enquête sur les principes et les méthodes de la physique moderne a contribué dans une large mesure à donner naissance aux trois volumes de philosophie scientifique (2) qui l'ont fait connaître du grand public.

Il est évidemment impossible de rappeler, même brièvement, toutes les démonstrations nouvelles, toutes les idées originales dont ces traités classiques sont remplis. Je me contenterai de citer, à titre d'exemple, un théorème tout à fait fondamental qu'il a démontré dans la préface de son livre sur l'Électricité et l'Optique (1901). On sait que, depuis Descartes, beaucoup de savants et de philosophes ont été constamment tourmentés par l'idée de nous donner une « explication mécanique » de l'univers. Or, Henri Poincaré, dans le théorème auquel je fais allusion, a mis en évidence la condition de possibilité d'une pareille explication : il faut et il suffit que le principe de moindre action soit satisfait. Mais il a montré, de plus, que si cette condition est réalisée, il n'est pas seulement possible de donner *une* explication, mais encore une infinité d'autres. Donc, dès que l'on peut concevoir une explication mécanique

---

(1) Je ne dois point oublier de dire qu'il a publié aussi, dans la collection *Scientia*, un excellent petit livre de vulgarisation sur la *Théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes*, 110 p. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1904.

(2) 1. *La science et l'hypothèse*, 292 p., 1902.
2. *La valeur de la science*, 278 p., 1905.
3. *Science et méthode*, 314 p., 1908.

Ces trois volumes in-18 ont paru dans la *Bibliothèque de philosophie scientifique*, éditée par E. Flammarion, à Paris.

de l'univers, on peut en concevoir une infinité d'autres. Grâce à cet inoubliable théorème, dont la démonstration est d'ailleurs fort simple, nous comprenons mieux la portée réelle d'une pareille explication. En effet, s'il y en a une infinité, n'est-ce pas la meilleure preuve du caractère artificiel, conventionnel de chacune d'elles, et le vieux rêve d'une explication unique n'est-il point anéanti?

L'œuvre critique de Poincaré complète admirablement celle de Mach. On sait que Mach a beaucoup insisté sur cette idée, que le rôle de la science est surtout d'économiser la pensée. Chaque conquête de la science nous permet de généraliser, de résumer et de condenser davantage l'expérience humaine, et ainsi de faciliter et de multiplier son utilisation; chacune d'elles épargne à nos successeurs des réflexions et des travaux innombrables. A maintes reprises, Poincaré a défendu la même opinion, en l'illustrant d'exemples nouveaux et suggestifs : *On ne saurait croire combien un mot bien choisi peut économiser de pensée, comme disait Mach. Je ne sais si je n'ai pas déjà dit quelque dart que la mathématique est l'art de donner le même nom à des choses différentes. Il convient que ces choses, différentes par la matière, soient semblables par la forme, qu'elles puissent pour ainsi dire se couler dans le même moule. Quand le langage a été bien choisi, on est tout étonné de voir que toutes les démonstrations, faites pour un objet connu, s'appliquent immédiatement à beaucoup d'objets nouveaux; on n'a rien à y changer, pas même les mots, puisque les noms sont devenus les mêmes... — Nous sommes quelquefois plus heureux d'avoir économisé un jour de travail à nos petits fils qu'une heure à nos contemporains* (1). Mais, cependant, c'est plus encore la beauté que l'économie de la science qui a retenu son attention. D'ailleurs, il a eu bien soin de montrer lui-même que ces deux notions de beauté et d'économie ou d'utilité ne sont pas aussi éloignées l'une de l'autre que l'on pourrait le croire. *Le sentiment de l'élégance mathématique n'est autre chose que la satisfaction due à je ne sais quelle adaptation entre la solution que l'on vient de découvrir et les besoins de notre esprit, et c'est à cause de cette adaptation même que cette solution peut être pour nous un instrument. Cette satisfaction esthétique est par suite liée à l'économie de pensée...* (2). Et plus d'une fois aussi, il a affirmé

(1) *Science et méthode*, p. 29 et 34.
(2) *Science et méthode*, p. 26.

que c'est la beauté de la science, bien plus que la vision des biens qui peuvent en résulter pour l'humanité, qui détermine les savants à faire les pénibles travaux auxquels ils s'astreignent, et à vivre leur vie austère entièrement vouée à l'étude.

Par leurs recherches critiques, Mach et Poincaré ont rendu un égal service à la science et à la philosophie (1). Ils ont obligé les savants qui y étaient les moins enclins, à réfléchir sur la portée et la valeur de leur travail; ils ont modifié profondément notre manière de concevoir les problèmes scientifiques et les réponses qu'on y donne; enfin, par les biais originaux sous lesquels ils ont envisagé les questions qui étaient restées jusqu'alors l'apanage des métaphysiciens, ils ont renouvelé l'atmosphère philosophique. Aussi, n'est-il pas exagéré de dire que l'œuvre de Poincaré, comme celle de Mach, a déterminé une nouvelle évolution de la philosophie.

Henri Poincaré a soumis à une critique approfondie les principes classiques de la mécanique, et notamment le principe de relativité. L'énoncé habituel de ce principe est celui-ci : le mouvement d'un système quelconque doit obéir aux mêmes lois, qu'on le rapporte à des axes fixes ou à des axes mobiles entraînés dans un mouvement rectiligne et uniforme. Cela résulte de la forme même de l'équation fondamentale de la dynamique. Mais on peut donner au principe de relativité une signification beaucoup plus étendue que je résume ainsi : il est impossible de concevoir l'espace et le temps absolus. — Et pourtant, comment se fait-il qu'on puisse mettre en évidence, par l'expérience de Foucault par exemple, la rotation d'un système, — disons tout de suite, pour fixer les idées, la rotation de la Terre? N'y a-t-il pas là une contradiction choquante? — Mais cette contradiction n'existe que lorsqu'on définit la relativité de deux manières différentes, sans s'en apercevoir. Si nous nous en tenons au point de vue physique, c'est-à-dire si nous adoptons la première définition, il est clair que la rotation de la Terre est bien réelle; c'est bien la Terre qui tourne, puisqu'elle est aplatie et que le pendule de Foucault oscille! Mais il est abusif d'en conclure, comme l'a fait Newton, qu'il existe un espace absolu, car lorsque nous nous plaçons à ce point de vue plus général, nous passons de la notion physique de relativité — à laquelle les réalités expérimentales imposent des limites — à la notion psychologique.

(1) Cfr. G. Sarton, *L'histoire de la science,* Isis I, 3-46, 1913.

Une rotation ne peut pas plus nous prouver l'existence de l'espace absolu qu'une horloge ne peut nous prouver celle du temps. Inversement, à ce point de vue psychologique, la rotation de la Terre n'a plus qu'un caractère tout relatif; elle ne pourait, en effet, avoir de signification absolue que s'il existait un espace absolu. *Dès lors, cette affirmation : « La Terre tourne », n'a aucun sens, puisqu'aucune expérience ne permettra de la vérifier; puisqu'une telle expérience, non seulement ne pourrait être réalisée, ni rêvée par le Jules Verne le plus hardi, mais ne peut être conçue sans contradiction; ou plutôt, ces deux propositions : « La Terre tourne » et : « Il est plus commode de supposer que la Terre tourne » ont un seul et même sens; il n'y a rien de plus dans l'une que dans l'autre* (1).

J'ai cité textuellement ces paroles, parce que ce sont celles qui ont suscité d'interminables polémiques. Les uns ne les comprirent pas et en conclurent simplement que les savants ne sont pas encore tout à fait certains de la rotation de la Terre; d'autres s'emparèrent des théories de Poincaré pour les détourner de leur vrai but : je n'y insiste pas. Des journalistes allèrent même trouver le Maître pour lui demander s'il était bien vrai que la Terre ne tournait pas, et que, tout compte fait, Galilée se serait trompé! L'un d'eux rapporte ainsi la réponse de Poincaré : *Vous pouvez*, fait-il d'un ton de pince-sans-rire, ... *vous pouvez vous risquer à le répéter sans danger : Elle tourne! Galilée eut raison! E pur si muove!...* » Et le journal qui relata cette interview sensationnelle y ajouta un portrait du Maître avec sa signature, et les mots : « *E pur si muove!* », écrits de sa main (2).

Mais laissons-là ces enfantillages!— Poincaré, que ces controverses stupides ou intéressées agaçaient, a très nettement exprimé sa pensée au chapitre X, § 7, de la *Valeur de la Science.* — Il semble qu'en y affirmant que *l'hypothèse de la rotation de la Terre conserve le même degré de certitude que l'existence même des objets extérieurs*, il ait dû contenter les plus difficiles; mais ce serait bien mal connaître la nature humaine.

Voici quelles sont ses conclusions : *Dans le système de Ptolémée, les mouvements des corps célestes ne peuvent s'expliquer par l'action de forces centrales, la Mécanique Céleste est impossible. Les rap-*

---

(1) *Science et hypothèse*, p. 141.

(2) Ce portrait a paru dans la *Revue illustrée*, du 5 avril 1908; j'en parle d'après J. Sageret, *Revue des idées*, VI, p. 495.

ports intimes que la Mécanique Céleste nous révèle entre tous les phénomènes célestes sont des rapports vrais; affirmer l'immobilité de la Terre, ce serait nier ces rapports, ce serait donc se tromper.

La vérité, pour laquelle Galilée a souffert, reste donc la vérité, encore qu'elle n'ait pas tout à fait le même sens que pour le vulgaire, et que son vrai sens soit bien plus subtil, plus profond et plus riche (1).

Depuis les travaux d'Einstein, de Minkowski, de Lorentz... et de Poincaré, la notion *physique* de relativité a subi une extension nouvelle; des expériences plus subtiles nous ont obligés à abandonner la convention ancienne pour adopter une convention plus extensive. Cela ne doit point nous étonner. Notre conception du principe de relativité est étroitement liée aux notions d'espace et de temps ; si ces notions évoluent pour s'adapter à une expérience plus riche (et cette évolution, soit dit en passant, manifeste bien leur caractère empirique), il est à prévoir que notre conception de la relativité évoluera aussi.

Or, on sait que pour lever les contradictions entre les théories mécaniques classiques de Galilée, de Huygens et de Newton et les théories électromagnétiques de Maxwell et de Hertz, contradictions qui s'accumulaient surtout dans l'étude de l'électrodynamique des corps en mouvement, il a été nécessaire d'introduire des hypothèses nouvelles, et notamment celles qui constituent la théorie de Lorentz. Cette théorie, qui paraît étrange et paradoxale parce que les esprits n'ont pas encore eu le temps de s'y accoutumer, a été clairement exposée et discutée par Poincaré. Or, il en résulte cette conséquence que, si un système est rapporté à des axes animés d'un mouvement de translation, il faut supposer que tous les corps se déforment, et que le temps lui-même soit modifié par ce mouvement. Notre principe de relativité ancien doit alors être remplacé par le principe de relativité de Lorentz. De plus, il faut remarquer que le temps et l'espace ne peuvent plus être l'objet de conventions indépendantes l'une de l'autre. Au fond, tout se passe comme si le temps était une quatrième dimension de l'espace, et il semble bien, en effet, que nous ne parviendrons à rendre compte à la fois, des phénomènes électromagnétiques, de la gravitation et des propriétés de l'éther que dans cet hyperespace à quatre dimensions (2).

---

(1) *La valeur de la science*, p. 274.

(2) Poincaré est encore revenu sur cette question dans un article posthume sur l'*Espace et le Temps*, publié par *Scientia*, t. XII, p. 159-71, Bologne, 1912.

Avant de terminer ce chapitre, où j'essaye de faire comprendre par quelques exemples, la philosophie de Poincaré, il est utile de le défendre contre une accusation tout à fait imméritée. Parce qu'il a eu le courage moral de vouloir éprouver la solidité de nos connaissances, d'en établir les limites d'exactitude, et de soumettre successivement à une critique pénétrante et impitoyable les principes et les méthodes de la science, quelques esprits superficiels ont cru pouvoir en conclure que c'était un sceptique. Et quoi ! serait-ce être sceptique que de ne pas s'illusionner sur la portée de ses connaissances et de s'efforcer de savoir exactement ce que l'on sait? A ce compte-là, il n'y aurait plus que les vrais ignorants, je veux dire ceux qui ne se doutent pas de leur ignorance, qui ne seraient point des sceptiques? Il est vrai que ce sont ceux-là aussi dont les affirmations sont les plus catégoriques; — mais qu'importent leurs affirmations?

Son enquête sur les principes des sciences physiques a conduit Poincaré à admettre que ceux-ci ne sont pas des espèces de dogmes métaphysiques préexistant en quelque sorte à la science. Mais, d'autre part, si le choix de ces principes est libre, il n'est en tous cas pas arbitraire. Notre esprit a la faculté de créer des symboles, et cette faculté n'est théoriquement limitée que par le principe de contradiction ; mais, en fait, ces symboles ne sont imaginés que si l'expérience en fournit la raison et la nécessité. Il y a donc dans les constructions scientifiques une partie artificielle, conventionnelle, ou, si l'on préfère s'exprimer ainsi : il y a une part de nominalisme dans la science, mais les bornes en sont étroites. Cette remarque suffit à montrer que Poincaré n'était point du tout un pragmatiste, comme on l'a trop souvent dit. Sans doute, il a pu lui arriver, ***dans des cas particuliers***, de raisonner à peu près comme un pragmatiste l'aurait fait. Mais qu'est-ce que cela prouve, sinon que la réalité et que notre esprit sont complexes? Poincaré a, d'ailleurs, pris soin de signifier plusieurs fois qu'il n'entendait pas telle ou telle notion à la manière de M. Bergson, et, de plus, il a très clairement mis les choses au point et fixé sa position à l'égard du pragmatisme dans la troisième partie de la *Valeur de la science* (1).

Henri Poincaré était surtout un idéaliste. Sa foi dans la vie et dans

---

(1) Dans un de ses derniers articles : *La logique de l'infini,* paru dans *Scientia,* t. XII, p. 1-11, Bologne, 1912, Poincaré emploie le mot *pragmatiste* dans un sens qui n'est pas le sens habituel, en l'opposant au terme *cantorien.* « Les pragmatistes sont des idéalistes, les cantoriens sont des réalistes. »

la science n'était point aveugle, mais elle n'en était que plus profonde. Ce n'était point une foi immuable, cristallisée, mais une foi toujours prête à évoluer, une foi « qui cherche toujours et qui n'est jamais satisfaite », une foi un peu inquiète peut-être, mais d'autant plus passionnée. Pour prouver son caractère idéaliste, le mieux est de le laisser parler lui-même, mais, bien entendu, je devrai me borner à citer quelques fragments — choisis entre beaucoup d'autres — qui me paraissent très significatifs à cet égard :

La loi est une des conquêtes les plus récentes de l'esprit humain; il y a encore des peuples qui vivent dans un miracle perpétuel et qui ne s'en étonnent pas. C'est nous, au contraire, qui devrions nous étonner de la régularité de la nature. Les hommes demandent à leurs dieux de prouver leur existence par des miracles; mais la merveille éternelle, c'est qu'il n'y ait pas sans cesse des miracles. Et c'est pour cela que le monde est divin, puisque c'est pour cela qu'il est harmonieux...

Cette harmonie que l'intelligence humaine croit découvrir dans la nature, existe-t-elle en dehors de cette intelligence? Non, sans doute, une réalité complètement indépendante de l'esprit qui la conçoit, la voit ou la sent, c'est une impossibilité. Un monde si extérieur que cela, si même il existait, nous serait à jamais inaccessible. Mais ce que nous appelons la réalité objective, c'est, en dernière analyse, ce qui est commun à plusieurs êtres pensants, et pourrait être commun à tous; cette partie commune, nous le verrons, ce ne peut être que l'harmonie exprimée par des lois mathématiques.

C'est donc cette harmonie qui est la seule réalité objective, la seule vérité que nous puissions atteindre; et si j'ajoute que l'harmonie universelle du monde est la source de toute beauté, on comprendra quel prix nous devons attacher aux lents et pénibles progrès qui nous la font peu à peu mieux connaître.

Ce n'est que par la Science et par l'Art que valent les civilisations. On s'est étonné de cette formule : la science pour la science; et pourtant cela vaut bien la vie pour la vie, si la vie n'est que misère; et même le bonheur pour le bonheur, si l'on ne croit pas que tous les plaisirs sont de même qualité...

Tout ce qui n'est pas pensée est le pur néant; puisque nous ne pouvons penser que la pensée et que tous les mots dont nous disposons pour parler des choses ne peuvent exprimer que des pensées; dire qu'il y a autre chose que la pensée, c'est donc une affirmation qui ne peut avoir de sens.

Et cependant — étrange contradiction pour ceux qui croient au temps — l'histoire géologique nous montre que la vie n'est qu'un court épisode entre deux éternités de mort, et que, dans cet épisode même, la pensée n'a duré et ne durera qu'un moment. La pensée n'est qu'un éclair au milieu d'une longue nuit.

Mais c'est cet éclair qui est tout (1).

L'homme qui a écrit ces lignes, dont il se dégage une telle impression de sagesse et de sereine noblesse, était-il vraiment un sceptique. Qui oserait le dire?

V

Après avoir parlé — beaucoup trop rapidement, hélas! — du savant et du philosophe, il me reste à parler de l'homme.

Henri Poincaré est né à Nancy, le 29 avril 1854. Il était issu d'une vieille famille lorraine, consciencieuse et disciplinée, présentant au plus haut degré les belles qualités de la race française.

A l'âge de cinq ans, il fut gravement atteint de diphtérie. Pendant plusieurs mois sa bouche fut paralysée, on craignait même qu'il ne perdît l'usage de la parole; il garda quelques années des traces de cette maladie, qui l'affaiblit et l'éloigna des jeux de ses compagnons d'âge : cet accident a évidemment exercé une profonde influence sur son évolution ultérieure.

Il n'a pas été, comme quelques autres mathématiciens de génie, un enfant exceptionnellement précoce, mais il fut dans toutes les écoles où il passa, un élève hors ligne, excitant l'admiration et la sympathie de ses professeurs. Je donne ce détail, parce qu'il y a des personnes qui sont portées à s'imaginer que les hommes de génie ont été nécessairement des « cancres » pendant leur jeunesse.

Tous ceux qui ont lu attentivement ses livres de philosophie et les discours qu'il a prononcés en diverses circonstances, connaissent déjà le caractère de Poincaré, car il y a mis beaucoup de son cœur et de son âme. Et pour qui sait lire entre les lignes, ses livres nous permettent de deviner sa bonté toujours en éveil, sa tolérance et sa sincérité profondes, sa modestie. L'introduction de son recueil intitulé : ***Savants et écrivains*** (2), est très suggestive à cet égard : c'est presque un portrait de lui-même qu'il nous y donne, en parlant des autres.

---

(1) *La valeur de la science*, p. 7, 9-10, 275-6.

(2) 1 vol. in-18, 282 p. Paris, E. Flammarion, 1910.

Les fragments que j'ai cités au cours de cet article témoignent déjà éloquemment de la noblesse et de la sérénité de son caractère. Quant à sa sincérité, cette sincérité profonde et totale, qui consiste à ne rien cacher de ce qui est vraiment essentiel, chacune de ses œuvres philosophiques, et son dernier ouvrage sur les *Hypothèses cosmogoniques* nous en donnent des preuves inoubliables. Une pareille sincérité est évidemment rare, car elle ne devient possible que lorsqu'une âme d'élite est associée à une intelligence géniale. Sa modestie était complète et toute naturelle : *Quand on se mesure à un idéal un peu élevé, on ne peut que se trouver petit*, a-t-il écrit lui-même, et il ajoute : *Les savants devraient être indifférents à la gloire; quand on a eu le bonheur de faire une découverte, que peut être la satisfaction de lui donner son nom, auprès de la joie d'avoir contemplé un instant la vérité face à face? Et ne devrait-on pas se dire que le monde est aussi reconnaissant à l'inventeur anonyme de la roue ou du feu que s'il savait prononcer les syllabes de son nom?...* (1).

Son style est bref, incisif, lourd de pensée, mais éminemment clair; il me fait souvent songer au style de Pascal; un style un peu saccadé, tour à tour familier et magistral; on y sent presque toujours la passion comprimée sous une apparence objective et désintéressée; et parfois il s'égaye d'une note ironique ou plaisante, qui est comme un sourire fugitif sur un visage austère. Son ironie est toujours excessivement discrète et bienveillante. Il n'y a guère que pour les logisticiens qu'il ait été peut-être un peu rude...

Au résumé, il semble bien que Poincaré était vraiment un excellent homme. On commence déjà à raconter des traits de sa simplicité et de sa bonhomie. Et d'ailleurs, on peut lui appliquer justement à lui-même ce qu'il a dit de beaucoup de savants : *Ils sont accueillants parce qu'ils ne cherchent pas à faire parade de leur supériorité, cependant que la vague conscience qu'ils en ont entretient chez eux une éternelle bonne humeur. Ils sont optimistes parce que leur passion leur donne des joies fréquentes, en leur épargnant les chagrins; ils ne désespèrent pas de ne jamais trouver la vérité; et ils s'en consolent aisément puisqu'ils ne sont jamais privés du plaisir de la chercher.*

Sa capacité de travail, à en juger par l'énormité de l'œuvre qu'il laisse derrière lui, devait être vraiment prodigieuse. E. Borel a fait un

(1) *Savants et écrivains*, p. IX, XI-XII.

jour justement remarquer que sa psychologie et ses manières d'agir sont très comparables à celles d'un homme d'action. Tout chez lui, comme chez eux, est orienté vers le but à atteindre; ce but domine despotiquement sa vie, guide tous ses actes, dispose de tous ses instants. Pas plus qu'eux, il n'aime les rêveries inutiles, ni le vague à l'âme des paresseux, ni les bavardages. Tout ce qui entre en lui s'y concentre et y prend la forme mathématique. Ce travail continuel, cette méditation presque ininterrompue — consciente ou inconsciente — lui donnait souvent un air distrait et lointain (1). « Il aimait les réunions intimes et ne fuyait pas les réunions nombreuses qui le mettaient en rapport avec des causeurs intéressants, mais lorsque la conversation était trop banale, il ne tardait pas à n'y plus prêter qu'une attention machinale; son esprit était ressaisi par la méditation. Il avait une dose d'abstraction qui lui permettait de suivre une idée jusqu'au milieu du bruit, et il était extraordinairement patient à l'égard des interrupteurs, mais il restait quelquefois absorbé, lorsqu'il n'était pas sollicité par un intérêt quelconque. »

Quand le génie intellectuel, la faculté d'abstraction et de discipline intérieure existent simultanément, à un tel degré, dans un cerveau humain, il ne faut pas s'étonner si les fruits d'une activité aussi continue, aussi méthodique et d'une qualité aussi rare sont extraordinaires. La vie de Poincaré a été une méditation ininterrompue de plus de quarante années. Peut-être a-t-il ainsi abrégé ses jours; mais, quoi qu'il en soit, l'œuvre qu'il lègue à l'humanité est immortelle.

« Voici quelle était l'organisation de sa vie quotidienne : il se levait vers 7 heures, 7 h. 1/2. A 8 heures, il prenait le petit déjeuner. Puis il travaillait jusqu'au moment du repas de famille, vers midi. Après le repas, il allait se promener, généralement sans interrompre son travail. A son retour, il faisait une nouvelle séance de travail jusqu'au souper,

---

(1) La plupart des détails biographiques que je donne à partir d'ici, m'ont été obligeamment communiqués par Mme Henri Poincaré, que je remercie de tout cœur. Souvent, j'ai cité textuellement ses propres paroles, par scrupule de précision. — Le beau portrait qui accompagne cette notice m'a été également communiqué par Mme H. Poincaré. Elle m'écrit qu'elle ne peut préciser à quel moment ce cliché (aujourd'hui perdu) fut fait, mais qu'il correspond bien à ce que son mari était ***vers l'âge de trente ans***.—C'est assez dire l'intérêt de cette photographie, qui nous représente Henri Poincaré dans sa jeunesse, au moment où son génie commençait à se manifester au monde scientifique.

vers 7 heures. Il ne faisait jamais de travail difficile après le souper ; c'était le moment de la lecture (journaux, revues, ouvrages variés de toutes espèces). Il se couchait vers 10 heures.

» Ses distractions, à Paris, étaient : les lectures, la promenade, les concerts qu'il aimait beaucoup, le théâtre (rarement), les musées, les expositions d'art. Il prenait part à quelques réunions, mais depuis 1908, à cause de son régime, il refusait tout dîner de cérémonie.

» Les congés, dans le courant de l'année scolaire, se passaient dans sa petite propriété de Seine-et-Oise, où, sans cesser de travailler, il se promenait beaucoup. De tous temps, la marche a semblé favoriser ses méditations.

» Les grandes vacances le fixaient en famille à la mer ou, de préférence, à la montagne. Il n'y travaillait presque pas.

« Les voyages auxquels il demandait le repos complet de l'esprit ont eu pour lui, dès sa jeunesse, le plus vif attrait. Il n'a guère passé d'années sans visiter (toujours rapidement) quelque pays nouveau, ou revoir quelque ancien souvenir. Il connaissait ainsi tous les Etats européens; l'Egypte, la Tunisie, l'Algérie, les Etats-Unis. Dans ses dernières années surtout, des conférences à l'étranger ont servi de point de départ à ces excursions. Au mois de mai 1912 il a fait ainsi un voyage en Irlande, à l'occasion des conférences données à Londres, et un voyage dans le Tyrol, lors de sa conférence à Vienne.

» Il avait le culte de la famille et prenait activement part à l'instruction de ses enfants. Il consacrait chaque matin à son fils les premiers instants de sa journée. — Il aimait les petits enfants, qui allaient facilement à lui. »

Les premiers symptômes du mal qui devait indirectement causer sa mort l'ont surpris au quatrième congrès des mathématiciens, à Rome, en 1908. On se souvient qu'il lui fut impossible de prendre la parole à ce congrès, comme il se l'était proposé, et qu'il dut garder la chambre. « Il était atteint d'une hypertrophie de la prostate. Jusqu'à l'été 1911, grâce à quelques soins et à un peu de régime, la situation a paru rester stationnaire. Dans l'été 1911 il s'est senti plus fatigué; il a eu une crise en automne, et, depuis, il a senti qu'il ne retrouvait pas toutes ses forces. » — On a dit qu'il était devenu mélancolique et paraissait désabusé. En tous cas, l'introduction qu'il a écrite pour son mémoire : *Sur un théorème de géométrie*, daté du 7 mars 1912 (1), nous permet

(1) Ce mémoire a été publié dans les *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XXXIII, p. 375-407, 1912.

de conclure qu'il avait envisagé, à ce moment, une fin possible : *Je n'ai jamais présenté au public un travail aussi inachevé*, dit-il... *Il semble que, dans ces conditions, je devrais m'abstenir de toute publication tant que je n'aurai pas résolu la question; mais, après les inutiles efforts que j'ai faits pendant de longs mois, il m'a paru que le plus sage était de laisser le problème mûrir, en m'en reposant pendant quelques années; cela serait très bien, si j'étais sûr de pouvoir le reprendre un jour; mais, à mon âge, je ne puis en répondre...*

« Cependant, ce n'est qu'à partir du 15 juin 1912, qu'il y a eu des complications de nature à précipiter les décisions. Sans être absolument urgente, l'ablation de la prostate a paru nécessaire et l'état général de M. Poincaré, soigneusement contrôlé, faisait espérer une guérison radicale.

» L'opération a eu lieu le 9 juillet, dans une maison de santé de la rue Monsieur. Le chloroforme a été bien supporté ; neuf jours se sont passés avec des progrès en tout normaux et satisfaisants. Le matin du 17 juillet, après une nuit meilleure, après avoir causé avec sa femme d'un ton absolument naturel, on procéda dans son lit à la toilette qui précédait chaque jour la visite du médecin. Immédiatement après cette toilette, alors qu'on venait de le redresser sur ses oreillers, il changea de visage, il perdit la parole et l'on ne sentit plus le pouls. Rien ne put le rappeler à la vie; en un quart d'heure peut-être, sans bruit, sans secousse, tout fut fini.

» Une embolie foudroyante avait brisé cet homme de bien, aussi grand par le cœur que par l'intelligence. »

GEORGE SARTON.

LA RÉCEPTION OU LA CAPTATION DES ONDES HERTZIENNES

On me demande, de divers côtés, de donner mon avis au sujet des articles relatifs à l'application en Belgique de la loi du 10 juillet 1908 (Loi sur la télégraphie sans fil), publiés dans les derniers numéros de *Ciel et Terre*.

Puisqu'on insiste, je veux bien exprimer mon opinion personnelle, sous ma seule responsabilité.

En matière de T. S. F., nous avons déjà vu surgir de singulières prétentions. Un exemple : soit un poste de réception de l'heure établi

dans un établissement scientifique. Le travail du poste public de Nieuport le gêne pour recevoir les signaux de la tour Eifffel. Le possesseur du poste privé proteste. Il a tort : Nieuport ne doit pas, règlement en main, interrompre sa transmission pour qu'il puisse recevoir les signaux horaires ou autres, et la licence, fût-elle accordée, ne changerait rien à cette situation.

C'est là l'erreur d'un seul. Mais voici une erreur « en masse » plus grave.

A la Conférence de l'heure, tenue à Paris en octobre dernier, dans l'une des séances de la deuxième commission, l'un des délégués français d'une institution scientifique, et non des moindres, soutint la même thèse. Ces prémisses furent, pour lui, le point de départ de l'organisation du nouveau service horaire, et l'assemblée était si bien convaincue de la justesse de son argumentation, que tous les délégués ou invités — sauf les quelques professionnels présents — interrompirent son exposé en criant que la cause était entendue.

Or, cette assemblée, soit une centaine de savants, de professeurs d'Université, d'hommes jouissant d'une notoriété dans l'une ou l'autre science, commettait la même erreur fondamentale qui rendait vaines toutes les résolutions qu'elle aurait pu prendre ou voter sous ce rapport.

Je dus rappeler les décisions arrêtées à la Conférence internationale de radiotélégraphie tenue à Londres en juin-juillet 1912, et notamment l'article 45 du règlement de service, ayant même valeur que la convention internationale, et invoquer les discussions de la huitième séance de la commission du règlement (22 juin 1912), discussions auxquelles prirent part les délégués officiels des principaux pays de l'Europe. Il y fut reconnu qu'il était inutile d'imposer le silence à toutes les stations de T. S. F. et qu'il suffisait de stipuler cette obligation pour les postes employant des longueurs d'onde égales ou approchantes de celles qui sont affectées aux transmissions des signaux horaires et de télégrammes météorologiques. Et c'est dans cet esprit que l'article 45 cité fut rédigé.

En d'autres termes, c'est au poste autorisé à recevoir les dits signaux à se syntoniser sur la tour Eiffel, ou sur toute autre station analogue, de manière à ne pas être dérangé par les émissions des postes ouverts à la correspondance publique, utilisant des ondes de longueur moindre ou supérieure.

En présence de ma démonstration péremptoire, appuyée par les

déclarations de M. Frouin, directeur de l'Exploitation électrique des Télégraphes de France, qui avait présidé à Londres la commission du règlement international de T. S. F., la Conférence de Paris dut renoncer à ce qu'elle croyait d'abord si bien établi.

* * *

Arrivons maintenant à la loi belge du 10 juillet 1908, intitulée: *Loi sur la Télégraphie sans fil et la Téléphonie sans fil par les radiations électriques.*

Pour les uns, il y a doute quant à son application à la réception des ondes hertziennes (signaux radiotélégraphiques). Pour d'autres, ce doute n'existe pas, la loi n'est pas d'application aux appareils de réception, ou bien encore ils contestent que les appareils très simples employés puissent être considérés comme appareils de T. S. F. Pour eux, tout le monde peut librement capter les ondes hertziennes. C'est une interprétation simpliste et radicale. Tant pis pour ceux qui envoient des radiotélégrammes en langage clair, pour lesquels on craint des indiscrétions; ils n'ont qu'à recourir au langage secret ou « chiffré ».

Le malheur est que ceux qui parlent ainsi sont peut-être bien intentionnés, mais c'est à peu près tout. Ce sont des amateurs de T. S. F. en chambre; parfois même, ils n'ont jamais vu fonctionner un poste de T.S.F. ouvert à la correspondance publique; ils n'ont aucune idée des exigences et de la complexité de l'exploitation télégraphique avec ou sans fil. Comme l'ont dit et démontré souvent les divers Etats intéressés et les grandes compagnies de T. S. F., qui ont à lutter pour assurer le service de la radiotélégraphie et vaincre les difficultés d'exploitation, plus grandes que le profane le croit généralement, il y a un monde entre les expériences de l'amateur et les réalités de la pratique quand il s'agit de la correspondance publique. Une ou plusieurs visites mêmes dans un poste de T. S. F. ne suffisent pas pour acquérir l'expérience nécessaire et se rendre compte des difficultés ou des exigences du service public, et il en est ainsi, fût-on professeur d'Université, savant ou encore ingénieur électricien n'ayant pas la pratique de la T. S. F. publique.

A la Conférence de l'heure à Paris, la « théorie » du langage secret (convenu ou chiffré) pour les radiotélégrammes dont on aurait voulu empêcher la divulgation des textes, avait été présentée lorsqu'on parla des nouveaux procédés d'enregistrement, au moyen de la photographie,

des signaux radiotélégraphiques. Et les délégués professionnels des divers Etats — qui eux, au moins, connaissent ce qu'est une exploitation télégraphique, avec ou sans fil, — rejetèrent spontanément, à l'unanimité, et sans entente préalable, cette prétention, car ils ne savent que trop bien ce que vaut le langage « convenu » ou secret, et les difficultés qu'il crée; on ne peut d'ailleurs songer à l'imposer.

* * *

La loi belge de 1908 a, comme toutes les lois émanant des divers départements ministériels, été soumise au préalable, à toutes les autorités juridiques qui interviennent d'ordinaire.

Or, ce sont les dangers que présenteraient, pour le secret des communications faites par l'autorité publique ou par les citoyens, les installations privées du T. S. F. ou du téléphone sans fil qui seraient créées par des particuliers, que, entre autres, on a voulu écarter par la loi. Ces mêmes dangers ont été signalés par le Postmaster général des Iles Britanniques dans l'exposé des motifs du projet de loi relatif à la T. S. F., et y ont fait adopter la loi du 15 août 1904, interdisant « l'établissement d'un poste quelconque de télégraphie sans fil, ou » l'installation d'un appareil quelconque pour la télégraphie sans fil, » en aucun endroit ou à bord d'un navire anglais, si ce n'est en vertu » et en conformité d'une autorisation délivrée à cet effet par le Post- » master général ».

Déjà, en 1908, on constatait que « l'action d'un poste de T.S.F. s'exerce dans une étendue qui n'a d'autres limites que sa puissance », et on ajoutait : « C'est le soin des intérêts publics qui inspire la recher- » che des moyens légaux propres à écarter les dangers et les inconvé- » nients de la télégraphie et de la téléphonie sans fil. »

C'est bien l'intérêt public qui exige que l'Etat, représenté par l'administration des télégraphes, ne soit pas désarmé.

* * *

Examinons maintenant les articles de la loi dont on nie la pertinence, et l'exposé des motifs.

ARTICLE PREMIER.— Le gouvernement est autorisé à entreprendre l'établissement et l'exploitation de la télégraphie sans fil et de la téléphonie sans fil par les radiations électriques.

ART. 2. — Sur le territoire belge ou à bord d'un navire ou bateau

belge, nul ne peut, sans une autorisation préalable du gouvernement, établir, faire ou laisser établir ou fonctionner des appels à radiations électriques susceptibles de servir ou de nuire à la correspondance.

On dit : les termes *des appareils à radiations électriques susceptibles de servir ou de nuire à la correspondance* ne sont pas applicables aux installations rudimentaires, ou en tout cas très simples, des postes récepteurs privés. Des appareils *à radiations électriques* sont ceux qui *émettent* des radiations électriques. Et puis, ils ne *servent* pas à la correspondance, puisqu'ils se bornent à recevoir ou à capter les ondes, et enfin, si on les considère chacun isolément, on ne peut soutenir qu'ils rentrent vraiment dans la catégorie des appareils visés par la loi. Telle est l'argumentation.

A mon avis, c'est vouloir jouer sur les mots, les torturer pour nier le sens général de la phrase, en perdant de vue le contexte de la loi et de l'exposé des motifs qui l'éclaire.

Voyons l'expression *appareils à radiations électriques*. J'estime que le terme s'applique à tout appareil, à toute installation, si rudimentaire soit-elle, susceptible d'*émettre ou de déceler (recevoir)* les ondes ou radiations électriques. Le cohéreur *à* grenailles, le détecteur *à* cristal ou *à* cristaux, le téléphone *à* main, sont bien des appareils *récepteurs* utilisés en T. S. F., n'est-ce pas, n'émettant pas de radiations électriques ? (Je vise ici simplement l'expression ; je n'ignore pas à quoi peut être réduit le rôle du détecteur.)

La lampe électrique *à* incandescence ou *à* arc, est bien un appareil récepteur, puisqu'elle reçoit le courant électrique dont elle manifeste l'action selon le système de lampe considéré.

La lunette *à* prisme, ou *à* prisme *à* réflexion totale, reçoit bien les rayons ou les ondes lumineuses qu'elle décèle ; elle ne les émet pas.

La machine ou le moteur *à* vapeur, *à* gaz de ville ou *à* gaz pauvre, *au* pétrole ou *à* essence quelconque, sont bien des appareils récepteurs qui n'émettent pas la vapeur, le gaz, le pétrole ou l'essence qui les font fonctionner.

Alors quoi ?

Poursuivons : « Ces appareils ne servent pas à la correspondance ». Il y a cependant quelque part un poste qui transmet et dont on reçoit les ondes en les captant. Le poste qui capte ou reçoit les ondes ne sert-il pas dans ces conditions, à la correspondance puisqu'il reçoit celle-ci ?

Dans l'exposé des motifs on lit : « En effet, la science ni la tech-
» nique ne sont arrivés encore à localiser les transmissions et les
» réceptions des radiations électriques entre deux points de corres-
» pondance déterminés à l'avance. Toute station étrangère située dans
» le rayon d'action des relations produites par une station donnée est
» susceptible de surprendre les signaux et les messages et de violer
» ainsi le secret des correspondances. »

Les installations envisagées sont-elles à même de surprendre les signaux et les messages et de violer ainsi le secret des correspondances? Cela n'est pas contesté.

Et plus loin, l'exposé des motifs ajoute : « C'est le soin des intérêts
» publics qui inspire la recherche des moyens légaux propres à écarter
» les dangers et les inconvénients de la radiotélégraphie et de la radio-
» téléphonie. »

Tout cet ensemble : loi, exposé des motifs, avis des autorités juridiques, n'éclairent-ils pas suffisamment le débat ?

On a dit et écrit : l'interdiction de recevoir les messages par ondes hertziennes serait semblable à la prohibition qu'une autorité communale ferait aux habitants d'une rue de profiter de la lumière des réverbères.

La belle argumentation! Pour profiter de l'éclairage public, on n'a besoin d'aucun appareil, d'aucune installation. Et puis, ici l'intérêt public veut que tout le monde profite librement de l'éclairage des voies accessibles à tous.

En T. S. F. on ne sait capter ou recevoir les ondes, si l'on n'emploie pas des appareils appropriés, ou une installation si simple, si rudimentaire soit-elle. Et ici, l'intérêt public commande qu'il y ait réglementation et autorisation légale.

Peu importe, après cela, que chaque partie de l'outillage, ou chaque appareil, considéré isolément, ne soit pas, à strictement parler, un appareil de T. S. F.

D'autres arguments sont du même genre.

Les administrations étrangères jugent la question de la même manière que le fait l'administration belge. Aucune, jusque maintenant, n'entend se dessaisir des droits que la loi lui confère.

Les échanges de vues que j'ai eus, à ce sujet, à la Conférence de Paris, avec les délégués professionnels, me permettent de l'affirmer. Aux Etats-Unis d'Amérique, où régnait naguère la liberté absolue en

matière de T. S. F., une loi restrictive a été votée en août 1912 (loi du 13 août 1912), sous la pression de l'opinion publique en présence des graves abus constatés. L'intervention de l'Etat y a été imposée pour la délivrance de licences, préalablement à l'installation de postes privés de T. S. F., et leur contrôle.

En matière de secret des correspondances, les administrations n'ont pas à distinguer entre les diverses catégories de télégrammes. Il est et doit rester absolu. Journellement nous voyons, en exploitation télégraphique, que la correspondance qui paraît la plus anodine peut être d'une importance capitale dans des affaires criminelles, ou en cas de contestation civile ou privée.

Dans la télégraphie par fil, à part les télégrammes d'Etat chiffrés, ceux du public en langage secret ou convenu ne représentent qu'une minime proportion dans l'ensemble. Le langage convenu n'est utilisé, dans une large mesure, que dans les relations extra-européennes, mais ce n'est pas au point de vue du secret. On rédige les télégrammes d'après certains codes, parce qu'ainsi on peut dire beaucoup en peu de mots taxés, les taxes des câbles étant très élevées. Mais l'emploi d'un code, quel qu'il soit, impose un travail, une étude pour composer ou déchiffrer chaque télégramme, et exige une entente préalable entre l'expéditeur et le destinataire, dans laquelle les administrations ne peuvent intervenir à aucun titre. Mais celles-ci savent les abus et les difficultés que l'emploi des codes engendre. Que sera-ce en T. S. F. si tout le monde s'en mêle!! La Compagnie Marconi, pour les radiotélégrammes échangés entre l'Angleterre et l'Amérique du Nord, taxe les correspondances rédigées d'après un code à raison de 8 pence (80 centimes) par mot, tandis que la taxe pour celles en langage clair n'est que de 4 pence (40 centimes) par mot. Est-ce assez probant?

L'enregistrement photographique des signaux radiotélégraphiques à la réception, devenu possible sans installations bien compliquées, rend plus impérieuse encore la nécessité de sauvegarder les droits de l'Etat, agissant dans l'intérêt public. En effet, avec ce nouveau procédé, les signaux Morse émis sont reçus sur une bande que l'on traduit ensuite à l'aise et à loisir, selon l'alphabet Morse que tout le monde peut se procurer. Plus besoin de connaître la réception auditive de ces signaux. Que deviendra, dès lors, le secret des correspon-

dances, s'il n'existe plus aucune réglementation, plus aucun contrôle pour les postes récepteurs? Et quelles manœuvres répréhensibles ou dommageables ne faut-il pas craindre, s'il y a liberté absolue?

Faut-il insister? Je ne le pense pas.

Quant à la lecture à l'ouïe des signaux transmis dans les bureaux télégraphiques, ou dans les postes de T. S. F., elle n'est possible que pour des initiés et ceux-ci sont en général des professionnels ou des personnes qui ont prêté serment; les articles du Code pénal leur sont applicables. A mon avis, c'est même un motif pour accorder, sous certaines conditions et garanties, l'autorisation voulue pour installer un poste récepteur de T. S. F. à domicile, puisque là aussi la connaissance de la réception à l'ouïe des signaux Morse est nécessaire, s'il n'y a pas enregistrement photographique. Il y a cependant cette différence, qu'à domicile un non initié peut s'exercer à l'aise, et finir par lire les signaux. Ce qui doit être maintenu de façon absolue, selon moi, c'est l'obligation de la licence préalable et le droit de l'Etat, représenté par l'administration compétente, de la refuser et de procéder à des contrôles, dans la mesure du possible, dans l'intérêt général et afin d'éviter ou de prévenir les abus ou les manœuvres frauduleuses.

* * *

Le numéro de janvier de *Ciel et Terre* contient un compte rendu de la Conférence de l'heure, dû à M. le professeur Vandevyver, dans lequel il est dit *in fine* : « La Conférence a émis également les vœux :
» de voir se poursuivre les recherches d'enregistrement des signaux
» horaires; *de voir les administrations télégraphiques favoriser les*
» *moyens de diffusion de l'heure exacte dans le public* et de voir,
» enfin, tous les navires pourvus d'appareils récepteurs. »

Puis en renvoi : « Nous nous plaisons à souligner ce passage, car il paraîtrait, d'après les derniers renseignements, que l'administration belge, bien qu'ayant envoyé des délégués spéciaux à la Conférence de l'heure, ne serait guère disposée à entrer dans cette voie. »

Je suis l'un de ces délégués. Présenté sous cette forme, le passage reproduit me paraît être le résultat d'une erreur ou d'un malentendu :

1° Je pense pouvoir dire qu'il n'a pas été émis de vœu concernant les postes à installer sur les navires. Cette question a été réglée à la Conférence de Londres. On a simplement visé le degré d'exactitude de l'heure à recevoir par les navires disposant de la T. S. F.;

2° Voici le vœu que la Conférence a voté dans sa dernière séance plénière :

« Les administrations télégraphiques devront s'efforcer de constituer des centres horaires où l'heure sera reçue et conservée par les moyens les plus précis.

» Les administrations télégraphiques devront étudier et employer les moyens que la technique suggérera en vue de transmettre l'heure aux particuliers, soit par des signaux généraux à heure fixe, soit par des signaux particuliers envoyés à la demande des intéressés. »

Le vœu tend donc bien à renforcer l'action des administrations sous ce rapport; il ne laisse pas place à l'idée de laisser aux particuliers la liberté absolue de capter les ondes. C'est tout ce que je voulais faire remarquer.

Quant à l'administration belge des télégraphes, il doit m'être permis de rappeler que, parmi les administrations similaires, elle est considérée partout comme tenant l'un des premiers rangs. Son exploitation de la télégraphie par fil est citée en exemple à l'étranger, et la hardiesse de ses conceptions a souvent étonné.

Bien des progrès réalisés en Belgique, depuis des années, ne sont pas encore appliqués ailleurs, même chez nos puissants voisins.

En matière de T. S. F., c'est la Belgique qui, dès mars 1904, soit deux ans avant la Conférence radiotélégraphique de Berlin, ouvrit la première un poste de T. S. F. à la correspondance privée du public (poste de Nieuport avec les paquebots Ostende-Douvres). A cette époque, cette initiative fut considérée à l'étranger comme très audacieuse.

Pourquoi alors lui faire une espèce de procès de tendance ? N'oublions pas que la matière est délicate, très complexe; que dans ces derniers temps des modifications profondes se sont produites dans le domaine de la T. S. F. et qu'il convient, pour cette raison même, de ne rien précipiter. Tel est mon humble avis.

A. BOUTQUIN.

L'ARÉOBAROGRAPHE DE L'OBSERVATOIRE DE PADOUE

Sous ce titre, le professeur Lorenzoni et le Dr Fabris ont publié dans les *Atti del R. Istituto Veneto di Science, Lettere ed Arti*, une note concernant un instrument météorologique rare et intéressant. Il

s'agit d'un baromètre à mercure dont le tube, au lieu d'être fixé au réservoir dans lequel il plonge, fait partie d'un dispositif qui flotte sur le mercure lui-même; le système a une forme et une disposition telles que, lorsque la pression atmosphérique change, il subit un déplacement vertical qui doit se trouver dans un rapport constant avec la variation de pression elle-même. Un instrument de ce genre fut conçu et réalisé, en 1860, par le P. Cecchi des Ecoles pies (Florence) et placé dans la Loggia dell' Orgagna à Florence par les soins du Ministre de l'instruction publique de la Toscane; le déplacement vertical du flotteur produisait le mouvement de rotation d'une aiguille se déplaçant sur un cadran de grandes dimensions de manière à ce que le public pût lire ses indications à distance.

En 1887, le conseil communal de Padoue voulut également disposer à la vue du public quelques instruments météorologiques enregistreurs et, à cette occasion, le professeur Lorenzoni que l'on avait consulté au sujet du barographe qu'il convenait d'adopter, fit construire pour son propre compte dans les ateliers de l'Observatoire l'instrument dont nous parle le titre de cette notice; il était fondé sur les mêmes principes que l'instrument du P. Cecchi et muni d'une plume et d'un cylindre disposés de manière à enregistrer directement et sans les modifier les dépla-

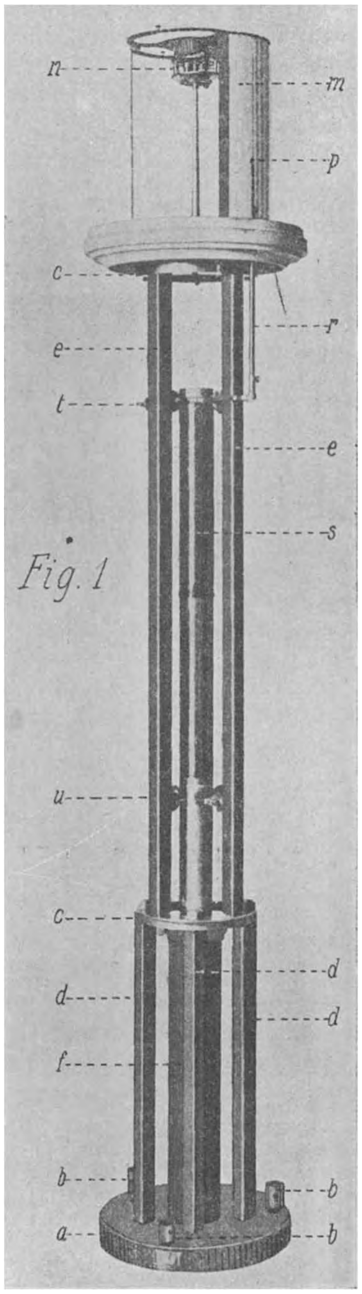
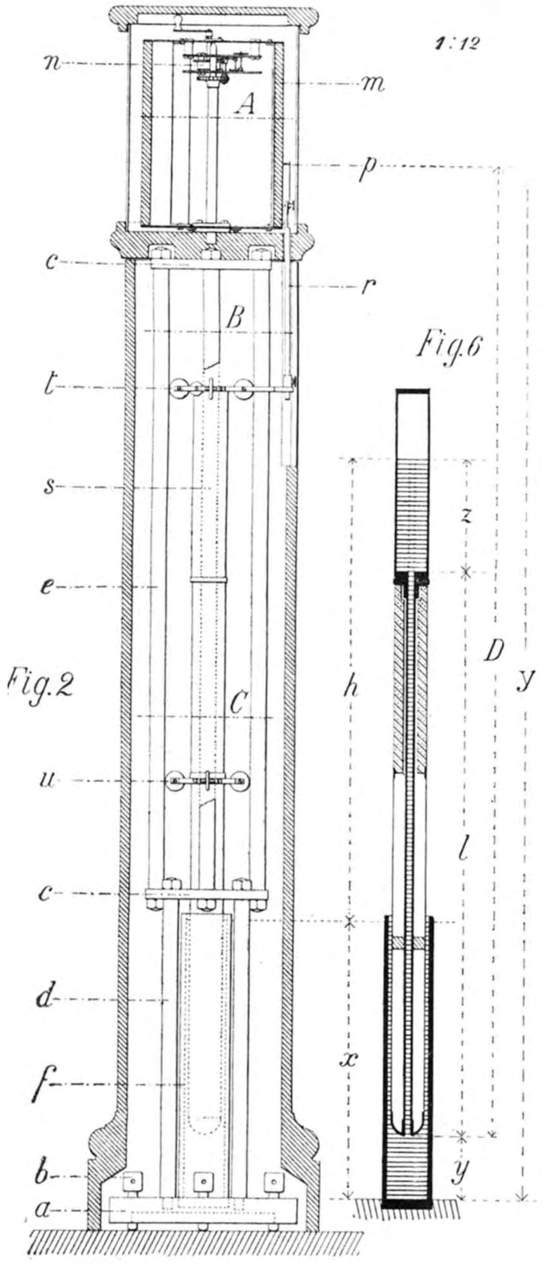


Fig. 1



cements verticaux du flotteur, comme l'avait suggéré Cecchi lui-même.

Plus tard, en 1906, le P. Alfani, directeur de l'Observatoire Ximénien de Florence, fit aussi construire un aréobaromètre à enregistrement graphique mais à amplification.

La particularité de l'instrument et plus encore les grands avantages qu'il semble devoir offrir pour l'étude des fortes et rapides variations barométriques comme celles qui se produisent pendant un orage, m'ont engagé à reproduire la description donnée par le professeur Lorenzoni de l'appareil qui se trouve à l'Observatoire de Padoue, ainsi que la théorie simple et élégante qu'il y a jointe; nous ferons connaître, en outre, les résultats que le Dr Fabris a tirés du dépouillement des courbes enregistrées pendant une longue durée de vingt années, notamment au point de vue de la constance (présumée par la théorie) entre les déplacements du flotteur et les variations de pression.

Les figures 1 et 2 représentent deux vues de l'instrument prises dans deux directions à 45° l'une de

l'autre. La partie fixe de l'appareil est formé de la plate-forme *a* qui repose sur le sol par trois vis calantes *b*, de quatre tiges *d* partant de cette plate-forme suivant quatre sommets d'un carré, d'un premier anneau *c* qui est fixé à leurs extrémités supérieures, de quatre nouvelles tiges verticales fixées sur cet anneau également suivant deux diamètres rectangulaires mais à 45° des tiges inférieures précédentes, et d'un nouvel anneau *c* qui les réunit en haut. Cette robuste armature porte le large disque de bois que l'on voit sur la figure 1 et en coupe figure 2 au-dessus du second anneau *c*. Sur ce disque est fixé un cylindre *m* recouvert de papier ; il tourne autour de son axe à l'aide d'un mouvement d'horlogerie *n* et enregistre les variations de pression à l'aide de la plume *p* portée par la tige *r* qui traverse le disque de bois et reçoit son mouvement vertical de l'aérobaromètre *s* lui-même. Comme on le voit sur la figure 3 (section horizontale de l'instrument suivant A de la figure 2), le cylindre enregistreur est composé de trois secteurs égaux que l'on peut enlever

Fig. 3

1:4

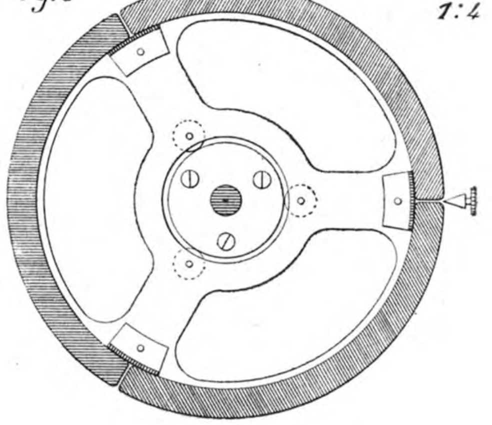


Fig. 4

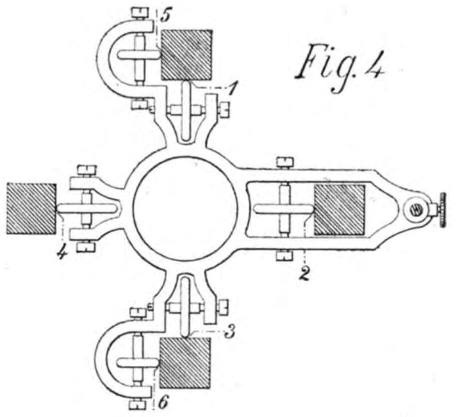
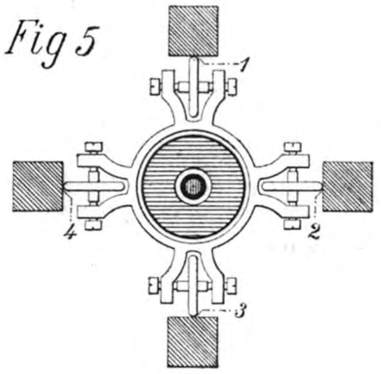


Fig 5



et replacer à volonté; sur chacun d'eux est fixée une feuille de papier de 28 centimètres de hauteur et de 24 centimètres de longueur (non compris les bords repliés à l'intérieur) et qui suffit pour deux jours d'enregistrement, un tour complet correspondant à six jours. Tous les deux jours, à 9 heures, on change la feuille d'un secteur, alors que la plume est arrivée au milieu du secteur précédent, de manière qu'il reste sur le cylindre, après ce remplacement, la courbe des trois jours et demi précédents. Aussitôt après, on fait tourner rapidement le cylindre en laissant la plume immobile, de manière à tracer sur toute la largeur de la feuille une ligne horizontale qui servira de base pour la mesure des ordonnées. La figure 1 ne montre qu'une *m* des trois parties composant le cylindre, les deux autres sont enlevées; dans la figure 2 on en voit la coupe faite par un plan passant par l'axe de rotation; l'on y voit aussi la coupe d'un haut cylindre en bois qui, partant du sol, atteint la hauteur du second anneau *c*, sous le gros disque de bois, et, enfin, au-dessus de celui-ci un cylindre de verre; tous deux enveloppent l'appareil et lui servent de protection.

Entre les quatre tiges *d* est placée sur la plate-forme *a* la cuvette cylindrique en fer contenant le mercure sur lequel flotte l'aérobarographe *s*; son tube a la forme cylindrique que montre la figure 6 (coupe suivant l'axe); les traits horizontaux représentent le mercure qui remplit la cuvette, le tube et la chambre barométrique plus large qui le termine à la partie supérieure; cette chambre a été creusée au tour avec le plus grand soin, dans un bloc d'acier, de manière à en faire un cylindre droit bien géométrique. La flottaison du baromètre est obtenue à l'aide d'un manchon métallique cylindrique dont l'axe coïncide avec celui du tube barométrique et dont la rigidité est obtenue par des appuis internes; à la partie inférieure hémisphérique, le tube débouche dans la cuvette; un manchon de bois superposé à celui-ci et allant jusqu'à la base de la chambre barométrique ne fait qu'un seul cylindre de l'ensemble de l'aréobaromètre.

Afin de maintenir le système flottant dans l'axe et l'empêcher de tourner sur lui-même, deux anneaux *t* et *u* portant l'un six et l'autre quatre petites roulettes de la manière indiquée par les figures 4 et 5 qui correspondent à des sections horizontales suivant B et C. Les roulettes roulent sur les faces verticales des tiges *e* lorsque le tube barométrique monte ou descend; deux roulettes opposées ne peuvent toucher en même temps une des tiges de conduite et le frottement est ainsi réduit au minimum.

Le fonctionnement de l'appareil est facile à saisir. Les dimensions sont telles que pour toute pression à prévoir dans la station d'observation, il existe une portion d'équilibre du système flottant; l'une des conditions nécessaires est que le manchon creux en acier ait un diamètre extérieur plus grand que le diamètre intérieur de la chambre barométrique. Supposons l'aréobaromètre en équilibre et la pression augmentant : une certaine quantité de mercure passe de la cuvette dans le baromètre, la poussée hydrostatique diminue par suite de l'abaissement du niveau, le poids total de l'aréobaromètre augmente et finalement une nouvelle position d'équilibre s'établit. L'inverse a lieu si la pression diminue.

La théorie hydrostatique des baromètres aérométriques avait déjà été formulée par le P. Antonelli lorsque le P. Cecchi a construit son premier instrument; c'est ce que rappelle, d'ailleurs, le P. Alfani dans la note que nous avons citée; enfin, le professeur Lorenzoni en donne l'exposé simple suivant.

Dans la figure 6, on a représenté par :

h, la hauteur barométrique ;

x, la hauteur du niveau du mercure dans la cuvette au-dessus du fond de celle-ci;

y, la distance verticale de la base du tube au même fond;

l, la hauteur du tube jusqu'au fond de la chambre barométrique;

z, la hauteur du mercure dans la chambre;

R_1, le rayon intérieur de la cuvette;

R, le rayon extérieur du manchon;

r, le rayon intérieur du tube barométrique;

R_2, le rayon intérieur de la chambre barométrique;

μ, le poids spécifique du mercure;

P, le poids total du flotteur.

Entre les quantités précédentes on a deux équations de condition, l'une pour les hauteurs :

$$x - y + h = l + z \qquad (1)$$

l'autre pour les volumes :

$$\pi R_1^2 y + \pi \left(R_1^2 - R^2\right)\left(x - y\right) + \pi R_2^2 z + \pi r^2 l = const.$$

ou après réductions :

$$R_1^2 x - R^2 \left(x - y\right) + R_2^2 z + r^2 l = const. \qquad (2)$$

La condition d'équilibre hydrostatique donne

$$\mu\pi\left(R^2 - r^2\right)\left(x - y\right) = P + \mu\pi\left(R_2^2 - r^2\right)z + \mu\pi r^2 h$$

ou après réductions :

$$R^2\left(x - y\right) - R_2^2 z - r^2\left(x - y + h - z\right) = const. \qquad (3)$$

En ajoutant (2) et (3) et tenant compte de (1), on en tire

$$R_1^2 x = constante \qquad (4)$$

La hauteur du mercure dans la cuvette ne varie pas avec h, y *et* z.

L'équation (3) se réduit alors à :

$$y = -\frac{R_2^2}{R^2} z + constante, \quad \text{d'où :}$$

$$y - y_0 = -\frac{R_2^2}{R^2}\left(z - z_0\right) \qquad (5)$$

donc le mouvement d'ascension ou de descente de l'aréobaromètre est dans un rapport constant avec la descente ou la montée du mercure dans la chambre barométrique.

De (1) comparé à (4), on tire :

$$z - z_0 = h - h_0 \left(y - y_0\right)$$

et en introduisant (5) :

$$y - y_0 = -\frac{R_2^2}{R^2 - R_2^2}\left(h - h_0\right)$$

l'élévation ou l'abaissement de l'aréobarographe est dans un rapport constant avec l'abaissement ou l'élévation de la pression barométrique.

Dans l'aréographe de Padoue, on a $R = 26{,}91$ mm. et $R_2 = 25$mm., ce qui donne pour le rapport :

$$K = \frac{R_2^2}{R^2 - R_2^2} = 6{,}310.$$

Ce résultat théorique n'est pas complètement vérifié par l'expérience.

Déjà une première étude du professeur Lorenzoni faite en étudiant les courbes 1893-1902 lui avait donné ce résultat inattendu que K est, en fait, un peu plus petit que sa valeur calculée et diminue lorsque la pression croît. Le Dr Fabris a été chargé par le professeur Lorenzoni de refaire cette étude à l'aide de tous les barogrammes 1889-1908 et est arrivé à des résultats fondés sur la discussion de 170 valeurs de K obtenues en choisissant parmi les courbes barométriques celles qui présentent des variations de pression fortes et régulières; les intervalles de temps considérés étaient fixés par les heures d'observation normales (9, 15, et 21 heures) et l'on calculait les Δy donnés par les courbes avec les Δh d'un *baromètre normal.*

Le Dr Fabris exprime, par la formule suivante, la valeur du rapport K en fonction de la pression et du temps; il diminue quand la pression croit et aussi d'une manière quasi uniforme à mesure que le temps s'écoule :

$$K = 6{,}146 - 0{,}0532\,(\tau - 1889) - 0.0852\,(h - 754) - 0.00447\,(h - 754^2)$$

On peut attribuer à différentes causes cet écart entre le K théorique et le K expérimental : la résistance de frottement au mouvement du mercure, les imperfections de forme de la chambre barométrique et du manchon, l'oxydation superficielle du mercure ou celle due au contact des parois de la chambre barométrique et du manchon, et enfin, cause plus probable, l'existence et la légère augmentation avec le temps de légères traces de gaz dans la chambre barométrique.

G. SILVA.

La théorie de l'aréobarographe donnée plus haut peut être notablement simplifiée. En effet, l'équation d'équilibre hydrostatique exprime que le poids du mercure déplacé (la poussée) est égal au poids de l'aréobarographe augmenté du poids du mercure qui dépasse le niveau dans la cuvette.

Il en résulte que, si la pression change, l'enfoncement ou le soulèvement de l'aréobarographe doit être tel que la variation du volume de mercure déplacé égale la variation du volume de mercure situé au-dessus du niveau; celui-ci conséquemment ne varie pas; bien entendu, la température est supposée constante.

On aura donc en appelant δy et δh les variations supposées de l'enfoncement et de la pression :

$$-\mu\pi\delta y\,(R^2 - r^2) = \mu\pi\delta y r^2 + \mu\pi\delta h R_2^2 - \mu\pi\delta y R_2^2$$

d'où

$$-\delta v\,(R^2 - R_2^2) = \delta h R_2^2$$

et

$$-\delta y = \delta h \frac{R^2}{R^2 - R_2^2} = K\delta h$$

K est donc le rapport de multiplication qui est constant.

L'auteur ne cite pas les variations de température comme pouvant avoir une influence sur la variation constatée du coefficient K. L'influence en question dépendra de la différence des coefficients de dilatation du mercure et du manchon ; la théorie complète ainsi que le calcul de la correction qui en résulterait ont été données par M. Radau dans le Mémoire dont nous parlons plus loin.

Quoi qu'il en soit, l'aréobarographe n'est certes pas, dans son état actuel, un appareil exempt de reproches ; cependant, la régularité et la lenteur des variations effectives du coefficient K lui donne une valeur incontestable et il serait des plus intéressants d'étudier les résultats qu'il a pu fournir, dans certaines circonstances, notamment dans les instants qui précèdent les orages. C'est ce qui n'a pas encore été fait à Padoue où, d'après M. Silva que j'ai interrogé à ce sujet, l'aréobarographe est plutôt considéré comme un appareil curieux et intéressant, au plus. C'est sous cet aspect, d'ailleurs, que nous voulions le présenter à nos lecteurs.

R. Radau a publié en 1867, dans le *Moniteur de Quesneville*, à l'occasion de l'Exposition universelle de Paris, un mémoire fort intéressant où il s'est attaché à décrire et à étudier les appareils météorologiques de tous genres, enregistreurs ou non, soumis à son examen comme membre du jury. Il consacre, notamment, de longues pages aux baromètres et débute par l'étude du baromètre statique, dont l'aréobarographe de Cecchi est en somme une des formes ; faisant l'historique de l'invention, il rappelle qu'on trouve dans les *Transactions de l'Académie de Dublin* (1791, t. IV, art. 8, p. 141) la description d'un baromètre proposé par le Rév. Arthur M'Curie (Maguire) ; ce baromètre est un aréobarographe, flottant sur le mercure, muni d'un anneau médian pour le maintenir verticalement et dont le tube porte un crayon et un vernier se mouvant vis-à-vis d'une échelle fixe ; quoique Radau le dise, il n'est donc pas enregistreur, mais comporte comme l'appareil de Cecchi un anneau en bois (*a circular piece of light wood*) qui assure le flottement. D'après les données bibliographiques que fournit R. Radau, on connaissait, d'ailleurs, à la fin du siècle dernier, trois autres formes du baromètre statique, celle due à Moreland ou à peson, celle de Magellan ou à balance et, enfin, le baromètre à cuvette mobile de Coxe ; aussi quand, en 1857, le P. Cecchi fit connaître son baromètre-balance, on peut dire qu'il ne constituait pas une invention nouvelle. C'est à M. H. Walravens, météorologiste à l'Observatoire royal, que je dois la connaissance de cet écrit de Radau et conséquemment des données bibliographiques que nous venons de rappeler ; je tiens à lui en exprimer ici tous mes remerciements. E. L.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
faites à Namur (Citadelle) pendant la journée du 17 avril 1912.

Les observations météorologiques formant le quatrième groupe de déterminations effectuées par la Société belge d'Astronomie à l'*Hôtel de la Citadelle* de Namur, ont porté sur les points suivants :

A. — *Thermométrie.* — La température à l'ombre nous fut fournie

par un thermomètre enregistreur Richard, posé à l'intérieur d'une caisse sur la plateforme supérieure de la tour de l'hôtel, soit à une altitude de 210 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Nous observions la température de l'air par la lecture d'un thermomètre fronde. Ces lectures se faisaient de dix en dix minutes.

D'autre part, nous avons voulu connaître la marche de la variation de l'humidité de l'air par les déterminations de la température indiquée par un thermomètre sec et un thermomètre mouillé d'un psychromètre d'August.

Enfin, indiquons également les résultats au point de vue thermométrique des observations faites à l'aide d'un actinomètre d'Arago à thermomètres conjugués.

Le tableau ci-joint renferme, condensés, les résultats les plus intéressants.

TEMPÉRATURE		Maximum Heure	Maximum Deg.	Minimum H.	Minimum Deg.	Différence
A l'ombre	Thermomètre enregistreur		11		10	1°
	» sec	10.28 à 11	13.6	12.19	12	1°6
	» mouillé	9.52	8.6	12.25	6. 3	2°3
Air	» fronde	10.17	14.3	12. 9	11.25	3°5
Au soleil	» brillant	10.46	18.5	12.17	11	7°5
	» noirci	10. 3 à 10.59	27	12.17	11. 5	15°5
	(Actinomètre d'Arago)					

B. — *Mesures actinométriques*. — Ces mesures ont été faites au moyen d'un actinomètre d'Arago et d'un lucimètre de Bellani.

A 10 h. 59, nous avons observé : thermomètre noirci 27°
» brillant 18°
Différence 9°

Entre 12 h. 17 et 12 h. 22 : thermomètre noirci 11°5 et 12°
» brillant 11°25 et 11°75
Différence 0°25 0°25

Le volume d'alcool distillé par minute était vers 10 h. de 0 cc³ 061, de 12 h. 1 à 12 h. 48, le volume distillé fut de 0 cc³ 2, donc par minute, 0 cc³ 004.

C. — *Hygrométrie*. — Nous avons pu connaître l'état hygrométrique de l'air par les données fournies par un hygromètre enregistreur Richard et par un psychromètre d'August.

Nous avons constaté une diminution de l'état hygrométrique pendant l'éclipse.

A 9 h. 27,	le thermomètre	sec	donne	11°4	
	»	mouillé	»	8°	soit 61
A 12 h. 28,	»	sec	»	13°6	
	»	mouillé	»	7°	soit 33
A 12 h. 9,	le thermomètre	sec	donne	12°6	
	»	mouillé	»	6°5	soit 36
A 13 h. 6,	»	sec	»	13°1	
	»	mouillé	»	7°6	soit 43

D. — *Pression barométrique.* — Le relevé des courbes fournies par un barographe Richard mis en observation du lundi 9 avril au jeudi 25 avril ne montre aucune variation qui puisse être attribuée à l'éclipse.

E. — *Vents.* — Ce dernier point de l'étude météorologique du 17 avril a fixé notre attention d'une façon toute spéciale.

Nous avons exploré l'atmosphère à l'aide de ballonnets en caoutchouc gonflés d'hydrogène; à ces ballonnets était suspendue une carte postale portant notre adresse au recto; au verso diverses questions étaient posées à la personne obligeante qui avait retrouvé une de ces cartes et voulait bien nous la renvoyer.

M. le major Bastien et M. Flamache fils avaient accepté la mission difficile et délicate de repérer à des moments déterminés, au moyen de téodolithes, la position exacte des ballonnets. Nous avons pu ainsi calculer la vitesse du vent et, connaissant la distance qui séparait les les deux observateurs et les angles formés par la base et les positions successives du ballonnet, déterminer sa direction et sa vitesse.

Le travail réclamait de la part des opérateurs une très grande expérience des mesures géodésiques et des connaissances approfondies. Je me permets d'adresser ici, à ces Messieurs, mes plus vifs remerciements pour l'aide efficace qu'ils ont bien voulu m'apporter en cette occasion et mes plus chaleureuses félicitations pour les résultats qu'ils ont obtenus.

Le vent avait comme direction E., ESE. Sa vitesse de 5 mètres à la seconde vers 11 h. 45 est tombée à 1 m. 10 à 12 h. 10 pour remonter à 12 m. 90 vers 12 h. 40.

P. POSKIN.

OBSERVATIONS

Le lundi 9 décembre, un ami me fit part de ce qu'une forte détonation accompagnée d'un certain tremblement de son habitation, s'était fait entendre chez lui la veille. Ayant fait une enquête personnelle du phénomène qui m'avait également paru singulier, car la veille était donc le dimanche 8 et ce jour-là les carrières qui se trouvent dans le voisinage de Senzeilles et auxquelles on aurait pu attribuer l'origine de la détonation étaient désertes — trois personnes présentes dans la maison furent unanimes à me dire que la maison avait « stonné » violemment, que les vitres avaient résonné violemment, avec accompagnement d'un grondement souterrain, non aérien et un peu prolongé, vers 12 h. 1/4. Ces personnes déclarent aussi qu'il ne faut pas penser à un coup de mine, que le bruit n'était pas de cette nature. L'une d'elles le compara d'une manière plus précise à celui de la rencontre de deux trains sous un tunnel (quelques années auparavant elle avait été témoin d'un accident de ce genre).

Deux autres personnes à Senzeilles apportent des témoignages semblables. A Roly, trois personnes (l'une d'elles est un colonel en retraite) ont constaté en trois lieux différents le phénomène; à Mariembourg (dans la plaine) on n'a rien constaté. A Vierves, le bourgmestre, sa femme et sa famille ont entendu cette détonation prolongée, très différente, disent-ils, du bruit produit par un coup de mine; à Treignes, trois témoins encore se rappellent le bruit spécial, sans pouvoir fixer la date; enfin, à Walcourt même, une personne m'annonce l'avoir également perçu.

Informations prises, on ne travaillait d'ailleurs pas aux carrières de Treignes, le dimanche 8 décembre.

L. CHARLOTEAUX (Senzeilles).

La caractéristique du grondement souterrain doit nous faire penser qu'il s'agit d'un véritable sisme, local d'ailleurs, dont l'origine pourrait peut-être être reportée dans les assises calcaires de la région, que l'on sait rongées intérieurement par les eaux des rivières du pays?

E. L.

Correspondance.

Nous recevons du Dr Pulfrich, attaché aux célèbres établissements Zeiss de Jena, la note suivante destinée à rectifier une fausse interprétation donnée dans le livre : *Der Mond,* de J. Franz, à une idée de l'auteur. Cette note ne peut manquer d'intéresser les nombreux lecteurs du Bulletin, s'occupant de sélénographie.

Sur certains changements à la surface de la Lune.

Dans la seconde édition du livre de J. Franz : *Der Mond* (Leipzig, 1912), on lit à la page 102, au paragraphe qui traite des changements survenus à la surface de la Lune, que j'avais constaté au moyen du stéréo-comparateur un effondrement de montagne sur la Lune. Cet effondrement se serait après coup révélé comme résultante d'un défaut inhérent à la plaque photographique.

J'ai été étrangement surpris en lisant pour la première fois cette assertion, car je ne me souvenais nullement d'avoir jamais dit ou écrit quoi que ce soit à ce sujet.

J'ai retrouvé ensuite le même récit dans la première édition du livre de J. Franz parue en 1906 (p. 111), d'où elle a été reprise après par J. Scheiner dans *Populäre Astronomie* (Leipzig, 1908, p. 491) et par la revue hebdomadaire *Welt und Wissen* (Berlin, année 1912, 20e fascic., p. 463).

Le but de la présente note est d'empêcher la diffusion future de l'erreur que je veux relever.

J. Franz se réfère dans son article à une de mes lettres, datée du 30 janvier 1902, dans laquelle je l'avais prié de me prêter quelques photographies de la Lune que j'avais l'intention d'examiner au stéréo-comparateur. (Voy. à ce sujet la communication que j'ai faite à la Conférence d'astronomie, tenue à Göttingen le 5 août 1902, sur les résultats obtenus à ce jour par l'emploi du stéréo-comparateur dans le domaine astronomique, communication insérée dans le *Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft,* 37e année, 3e cahier).

J'avais fait remarquer dans ma lettre qu'on était à même, grâce à la méthode stéréoscopique, de reconnaître les différences éventuelles sur la Lune telles que celles que je lui soumettais. L'exemple que je donnais se rapportait à deux plaques photographiques des « Alpes » que j'avais examinées à cette époque et qui permettaient nettement de reconnaître dans l'intervalle écoulé entre les deux poses l'effondrement de masses rocheuses.

Se fondant sur cette communication, le professeur Franz (décédé le 28 janvier 1912), dans son livre sur la Lune, raconte à ses lecteurs que j'ai observé un effondrement de montagne sur la Lune.

La vérité est que les deux photographies des Alpes incriminées sont deux photographies des Alpes *terrestres* et non *lunaires.* Ces deux photographies ont été prises par le *K. u. K. Militärgeographisches Institut de Vienne* dans les *Steier Alpen* en Autriche (au sud des *Karawanken*) et qui m'ont été remises à cette époque par le baron von Hübl, à seule fin d'établir, et pour la première fois, l'usage pratique du stéréo-comparateur au service de la photogrammétrie (Voy. mon article

sur le stéréo-comparateur dans le *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 1902, t. XXII p. 68).

Dans les *Steier und Tiroler Alpen*, de tels effondrements de montagnes sont journaliers et même, au printemps, de tous les instants.

Jena, 20 janvier 1913.

Dr C. PULFRICH.

Procès-verbaux des Séances

SÉANCE MENSUELLE DU 18 DÉCEMBRE 1912

PRÉSIDENCE DE M. A. FLAMACHE, VICE-PRÉSIDENT.

La séance est ouverte à 20 h. 35.

M. le Président donne lecture d'une lettre que M. E. Lagrange a reçue du ministère des colonies, signalant un tremblement de terre ressenti à Elisabethville, le 2 novembre dernier.

Cette communication fera l'objet d'une note spéciale au *Bulletin mensuel*.

M. E. Lagrange expose ensuite dans leurs grandes lignes les origines de la T. S. F. depuis Hertz et rappelle rapidement mais clairement la théorie des ondes électro-magnétiques ainsi que les méthodes employées pour déterminer leur longueur.

Il appuie ses explications d'expériences de transmission d'ondes produites dans la salle voisine à l'aide d'appareils de démonstration obligeamment mis à la disposition de la Société par M. Ramboux (Anvers).

Préparés de la sorte, les auditeurs suivirent ensuite avec plaisir et profit la causerie animée de M. De Brandner, qui présentait les appareils de réception portatifs Duroquier, au moyen desquels chacun put entendre, vers 22 heures, le radio-télégramme des nouvelles politiques du jour, transmis par la Tour Eiffel.

M. De Brandner examine ensuite quels sont les droits du public à la captation des ondes hertziennes et montre que ce droit paraît actuellement incontestable et en outre qu'avec les moyens les plus élémentaires, sans antennes extérieures par exemple, il est facile de percevoir les signaux horaires, émis d'ailleurs au profit de tous, par la Tour Eiffel.

La causerie de M. De Brandner, chaleureusement applaudie, sera insérée au *Bulletin mensuel* (voy. *Bulletin* de décembre, p. 373-380).

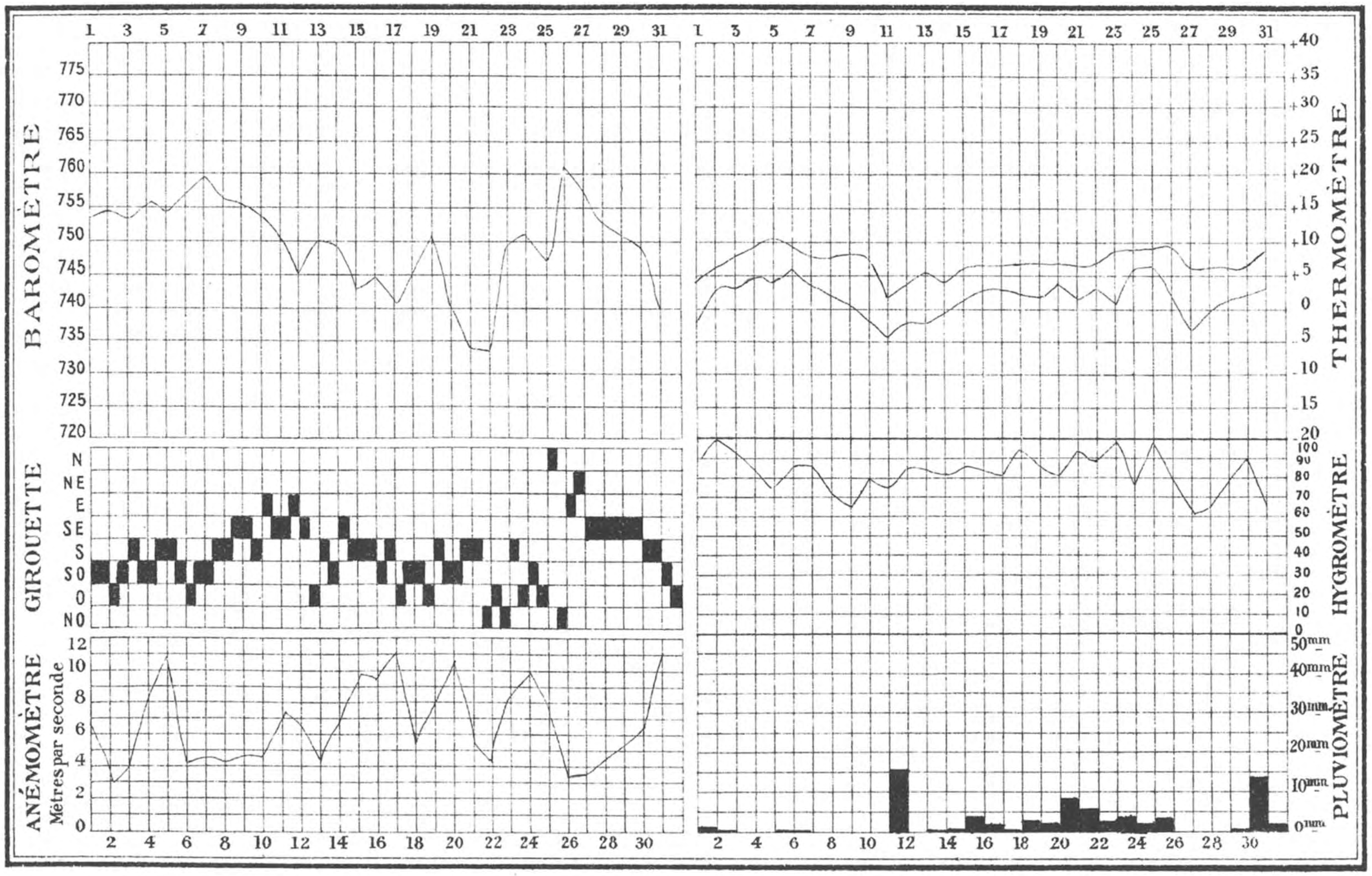
M. le major **Bastien** montre enfin comment on peut, avec un matériel de fortune toujours simple et qu'il est facile de se procurer, construire soi-même un récepteur de T. S. F. permettant d'entendre les signaux émis par nos puissants voisins. M. Bastien s'étend particulièrement sur la construction des détecteurs électrolytiques qu'il a spécialement étudiés et qui lui donnent une très grande sûreté à la réception des signaux. Ses indications pratiques furent suivies et notées avec soin par un grand nombre de membres, décidés à en faire leur profit.

Prié de donner son avis sur ce qu'a dit M. De Brandner, **M. Boutquin** fait remarquer que le conférencier a commis des erreurs. Celui-ci a des idées singulières de l'exploitation télégraphique avec ou sans fil. Pour le démontrer, il faudrait reprendre toute sa conférence et l'heure est trop avancée. Une chose subsiste : c'est la facilité relative avec laquelle on peut capter les ondes hertziennes, au moyen d'appareils de fortune. Il félicite les divers conférenciers pour leur ingéniosité à construire ces appareils.

La séance est levée à 22 h. 1/2.

Le Secrétaire administratif.
ED. HANAPPE.

OBSERVATIONS D'UCCLE — Janvier 1913



N. B._La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

BULLETIN DU CLIMAT DE LA BELGIQUE (Janvier 1913)

Observations d'Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	Janvier 1913
Hauteur barométrique moyenne à midi . . .	753,2mm	750,2mm
Hauteur barométrique moyenne la plus élevée .	763,5	—
Hauteur barométrique moyenne la plus basse .	743,3	—
Température moyenne du mois	1°4	4°3
Température moyenne la plus élevée	7.0	—
Température moyenne la plus basse	—6,1	—
Maximum thermométrique absolu	14,1	10,2
Minimum thermométrique absolu	—20,2	—4,2
Nombre de jours de gelée .	14	8
— maximum . . .	28	—
— minimum . . .	0	—
Vents dominants (proportion sur 100)	SW (36), S (19), W (13), E (12).	S (28), SW (23), SE (21), W (16)
Vitesse moyenne du vent .	4,8	6.6
Humidité moyenne à midi .	85,9	82,3
Hauteur totale d'eau recueillie.	54mm	75,3mm
Hauteur maximum	134	—
Hauteur minimum . . .	5	—
Nombre de jours d'eau recueillie	18	21
Nombre de jours d'orage .	0.2	0
— — de neige .	6	3
— — de grêle .	0.7	0
Heures de soleil (total possible).	264 h. 8	
— (total observé). .		71 h. 16
Nombre de jours sans soleil.		6

N. B. — L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. La température moyenne est déterminée d'après les maxima et les minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm1.

Janv. 1913	UCCLE			FURNES			OSTENDE			MAESEYCK			LIÉGE			SPA			ARLON		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	4.7	—1.9	1.4	8.8	—0.1	4.3	7.0	—0.6	3.2	6.3	—3.0	1.6	6.4	—0.2	3.1	7.0	—0.8	3.1	2.2	—3.7	—0.8
2	5.8	2.8	4.3	6.3	—0.8	2.7	5.9	—0.5	2.7	5.5	—0.9	2.3	6.0	0.5	3.2	6.0	0.0	3.0	3.7	—3.0	0.3
3	7.6	3.3	5.4	7.1	—0.9	3.1	6.6	1.6	4.1	7.5	3.3	5.4	8.2	5.5	6.8	7.0	5.0	6.0	4.6	1.7	3.1
4	9.2	4.7	6.9	7.3	4.5	5.9	7.5	3.5	5.5	9.3	—0.4	4.4	11.0	3.4	7.2	10.0	3.5	6.7	**7.5**	—1.2	3.1
5	**10.2**	3.9	7.0	7.9	4.8	6.8	8.1	4.9	6.5	8.6	0.3	4.4	**11.1**	3.0	7.0	9.4	1.0	5.2	3.0	—2.6	0.2
6	9.9	5.4	7.6	**10.8**	2.8	6.8	**10.0**	3.8	6.9	8.0	1.0	4.5	9.6	3.2	6.4	7.0	2.0	4.5	5.9	—2.0	1.9
7	8.2	3.3	5.7	10.6	0.8	5.7	8.4	1.7	5.0	8.0	0.2	4.1	7.9	4.2	6.0	6.5	1.2	3.8	6.0	4.4	5.2
8	8.2	2.3	5.2	5.0	1.6	3.3	5.6	1.1	3.3	7.9	0.4	4.1	10.1	1.6	5.8	8.8	4.0	6.4	6.0	—0.5	2.7
9	8.7	0.9	4.8	7.2	0.7	3.9	7.3	1.0	4.1	5.9	—1.5	2.2	9.4	1.1	5.2	**10.2**	—0.5	4.8	4.7	—4.8	—0.1
10	8.3	—2.0	3.1	6.0	—1.1	2.4	6.0	—1.0	2.5	2.3	—2.6	—0.2	7.4	—2.3	2.5	5.0	—3.5	0.7	—1.8	—5.2	—3.5
11	1.5	**—4.2**	—1.3	1.0	—2.1	—0.6	1.7	**—2.4**	—0.4	0.0	**—5.3**	—2.7	1.6	—3.4	—0.9	—0.5	**—4.9**	—2.7	—3.0	**—5.5**	—4.3
12	4.3	—1.6	1.3	5.3	**—2.3**	1.5	5.0	—2.2	1.4	0.2	—4.3	—2.1	3.0	—3.1	—0.1	1.0	—4.0	—1.5	—1.8	—4.6	—3.2
13	5.1	—2.1	1.5	7.8	—0.8	3.5	6.2	—0.6	2.8	3.3	—4.5	—0.6	4.2	—0.8	1.7	3.0	—3.5	—0.3	3.8	—2.7	0.5
14	3.8	—0.2	1.8	5.0	—1.0	2.0	3.9	—0.5	1.7	2.6	—3.4	—0.4	2.7	0.2	1.4	2.0	0.0	1.0	2.0	—1.6	0.2
15	5.7	0.8	3.2	5.0	1.0	3.0	5.0	1.2	3.1	1.7	—1.8	—0.1	3.2	1.2	2.2	1.2	0.0	0.6	0.7	—2.1	—0.7
16	5.9	2.8	4.3	7.4	1.0	4.2	6.9	3.8	5.3	3.9	—3.0	0.4	5.2	2.4	3.8	3.5	1.2	2.3	3.2	—1.3	0.9
17	6.4	3.1	4.7	7.5	3.8	5.6	7.1	3.1	5.1	4.7	0.7	2.7	6.4	3.0	4.7	5.8	1.5	3.6	3.0	—1.3	0.8
18	6.9	2.4	4.6	7.9	2.0	4.9	7.4	2.9	5.1	5.7	0.7	3.2	6.1	3.7	4.9	5.0	3.0	4.0	4.2	1.1	2.6
19	6.8	1.6	4.2	8.2	1.8	5.0	8.0	1.7	4.8	5.7	2.0	3.8	5.8	3.4	4.6	4.5	2.0	3.2	3.6	1.1	2.3
20	6.8	4.3	5.5	6.2	2.0	4.1	6.1	1.5	3.8	6.1	2.3	4.2	5.8	2.9	4.3	5.2	2.0	3.6	3.5	—0.4	1.5
21	6.9	1.9	4.4	7.5	2.0	4.7	6.7	3.0	4.8	7.4	3.0	5.2	7.1	3.0	5.0	5.0	1.8	3.4	4.4	1.0	2.7
22	6.0	2.8	4.4	6.8	3.8	5.3	7.0	3.3	5.1	6.3	3.7	5.0	5.4	3.2	4.3	3.8	2.0	2.9	3.4	0.2	1.8
23	8.2	1.1	4.6	6.8	1.3	4.0	6.3	2.1	4.2	5.0	1.7	3.3	3.6	1.6	2.6	2.0	0.5	1.2	2.0	—1.4	0.3
24	9.6	6.2	7.9	**10.8**	1.4	6.1	9.4	3.3	6.3	9.4	2.2	5.8	9.2	2.7	5.9	8.0	2.0	5.0	7.0	—0.5	3.2
25	9.8	6.9	8.3	10.0	7.3	8.6	9.4	2.5	5.9	8.9	2.0	5.4	9.2	6.4	7.8	8.2	5.4	6.8	6.0	3.5	4.7
26	9.9	0.9	5.4	10.0	2.4	6.2	9.9	5.0	7.4	**10.2**	1.0	5.6	9.0	1.7	5.3	7.5	—0.5	3.5	6.1	1.2	3.6
27	5.7	—3.1	1.3	5.3	—2.1	1.6	6.7	—1.4	2.5	4.7	—3.6	0.5	5.0	**—3.7**	0.6	4.0	—3.8	0.1	4.1	—5.4	—0.7
28	6.2	—0.1	3.0	3.1	—2.2	0.4	3.6	—1.4	1.1	2.0	—2.9	—0.5	3.8	—3.3	0.2	6.8	—1.5	2.6	3.3	—5.3	—1.0
29	6.3	1.8	4.0	4.7	0.5	2.6	5.0	0.9	2.9	4.1	—0.8	1.6	6.6	1.0	3.8	5.5	0.5	3.0	1.2	—2.5	—0.7
30	6.2	1.9	4.0	4.8	2.8	3.8	4.7	2.9	3.8	2.3	—0.9	0.7	6.2	0.7	3.4	3.6	—2.0	0.8	—0.3	—3.1	—1.7
31	8.7	3.3	6.0	10.3	3.2	6.7	9.5	3.5	6.5	7.9	—0.5	3.7	8.5	0.8	4.6	7.2	—2.5	2.3	6.2	—2.8	1.7

BULLETINS DE L'ACTIVITÉ SOLAIRE (1).

Septembre 1912.

Le calme photosphérique, absolument complet par rapport aux taches, qui a régné durant le mois d'août, a persisté pendant la première semaine de septembre. L'activité solaire a semblé se réveiller à partir du 7 septembre.

Pendant ce mois, la photographie journalière a été empêchée cinq jours : les 12, 19, 22, 24 et 30.

Les mesures effectuées au macromicomètre sur les vingt-cinq photohéliogrammes obtenus donnent :

Moyenne diurne de la surface (en *millionièmes* d'hémisphère)	Tachée	60
	Faculaire	870
Moyenne diurne du nombre de groupes.	De taches	0,8
	De facules *seules* . .	0,6

Groupes de taches observés pendant le mois avec leurs coordonnés héliographiqnes et leur maximum de surface :

N° DU GROUPE (STATISTIQUE DE CARTUJA)	JOURS QU'IL A ÉTÉ OBSERVÉ	LAT. —	LONG. —	DATE DU PASSAGE AU M. C.	SURFACE EN MILLIONIÈMES D'HÉMISPHÈRE
803	7 — 8	— 5.5	157.0	»	10
804	7 — 10	— 5.2	42.2	»	100
805	13 — 20	— 8.1	352.9	15	160
806	14	— 7.9	69.1	»	125
807	25 — 28	— 5.0	170.2	28 ou 29	200

Latitude moyenne des taches . . . . — 6,5
» » » *facules* . . . . — 5,6

La caractéristique générale de ces groupes est l'aspect nébuleux de leurs petits noyaux.

Tous ces centres d'activité ont été environnés de brillantes facules. Un groupe faculaire, apparu le 16 à la latitude — 3°5 et par 43° de longitude, a atteint une aire de 2500 millionièmes d'hémisphère; c'est le maximum de surface faculaire, enregistré durant le mois.

Au cours de septembre, l'hémisphère nord n'a accusé aucun centre d'activité soit tache, soit facule.

Octobre 1912.

Dans la première quinzaine de ce mois, nous avons enregistré deux groupes ou mieux un groupe double. Les noyaux et les pores du mois précédent furent relati-

(1) Le R. P. Garrido, S. J., appelé à d'autres fonctions, est remplacé à la tête de l'Observatoire de Cartuja par le P. de Valdivia, S. J. Nous remercions bien vivement le P. Garrido de sa bonne collaboration au Bulletin de la Société et également son successeur qui veut bien nous continuer cette intéressante rubrique.

(*N. de la R.*)

vement nombreux, mais de courte durée. Tout au contraire, ceux d'octobre, quatre fois moins nombreux, ont eu une existence assez longue.

La photographie nous a fait défaut les 2, 4, 5, 29, 30 en raison du mauvais temps.

Au cours des vingt-six autres jours, les photohéliogrammes obtenus montrent que le Soleil s'est montré vierge de taches et de facules les cinq jours suivants : 1, 23, 24, 25 et 26.

Les mesures au macromicromètre ont donné :

Moyenne diurne de la surface (en *millionièmes* d'hémisphère)	Tachée	54
	Faculaire	1162
Moyenne diurne du nombre de groupes	De taches.	0,2
	De facules *seules* . .	0,7

Le groupe 808, seul observé en ce mois, se présente sur le photohéliogramme du 6, à l'ouest du méridien central, par — 8°1 de latitude et 80°2 de longitude.

Il se compose de deux taches nébuleuses environnées de petits pores et d'une facule très brillante. Son étendue le classe, pour cette époque de minimum d'activité solaire, parmi les groupes moyens. Les deux noyaux principaux se sont segmentés l'un le 7, l'autre le 8 ; c'est à ce moment que l'aire maximum a été atteinte (350 pour la tache, 3000 millionièmes pour la facule). Le groupe a disparu le 11 au bord ouest du Soleil, alors que l'activité était encore bien vive et aura, sans doute, continué de se manifester sur l'hémisphère opposé.

L'hémisphère nord a maintenu, en octobre, son calme parfait, tant par rapport aux taches que par rapport aux facules.

Novembre 1912.

La disparition, au bord ouest du Soleil, du groupe 808 au 11 octobre, a marqué le début d'un calme presque complet qui s'est maintenu quarante-cinq jours.

C'est, en effet, le 17 qu'un petit noyau est apparu à la latitude — 2°2 et par 189°9 de longitude. Ce centre d'activité s'est maintenu le 18 pour disparaître le 19 en même temps qu'un pore qui l'accompagnait. Ce sont les seules marques d'activité rencontrées sur les treize photohéliogrammes considérés, à part deux autres pores éphémères d'existence même douteuse et que nous avons fait figurer dans notre statistique avec un —. Leur surface est, en effet, si réduite qu'ils sont à la limite de ce que nos observations photographiques peuvent déceler au moyen de nos appareils.

Le mauvais temps nous a privé de photographies les 14, 27 et 30. Durant quatorze autres jours, savoir les 2, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 28 et 29, nous avons trouvé le Soleil dépourvu de taches et de facules.

La latitude moyenne des facules a été — 5°9. Une de ces facules est apparue sur l'hémisphère nord à la latitude + 2°1 et longitude 212°. C'est le premier indice d'activité enregistré sur cet hémisphère depuis le 20 août.

R. DE VALDIVIA, S. J.,
Directeur de l'Observatoire astronomique de Cartuja (Grenade).

Notes

Les Cadrans solaires arabes et leur usage religieux. — Le D. C. Schoy (Essen) consacre à cette question dans le *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* (nº 40, 1912) une intéressante et longue étude dont nous extrayons quelques notes. Disons tout d'abord que le seul cadran solaire employé par les Arabes a été le cadran solaire horizontal : cet emploi unique est probablement justifié par ce qui va suivre.

L'auteur commence par cette remarque que les ouvrages de Sédillot, de Montucla, de Delambre, etc... ne font presque aucune mention de l'usage important des cadrans solaires arabes au point de vue religieux.

Montucla (*Hist. des Math.*) « regrettait de n'avoir rien à nous apprendre sur » l'état de cette science chez les Arabes ». Delambre dans son *Histoire de l'Astronomie au moyen âge,* dit : « J'ignore si les Musulmans avaient quelque devoir » religieux à remplir quand l'ombre était égale au style ».

Mais des études plus approfondies ont permis de jeter une lumière nouvelle sur cette question. Occupons-nous d'abord de la détermination de la *Qiblak* ou *Keblak*, c'est-à-dire de la ligne se dirigeant sur la Kaaba à la Mecque, à laquelle les Musulmans attachent une grande importance, car il leur est prescrit de se tourner dans cette direction pour leurs prières ; outre la boussole, les Arabes emploient pour sa détermination une ligne tracée sur un cadran horizontal. Les riches Arabes la font tracer dans leurs oratoires. Montucla (*Récréat. Mat. et Phys.*, édit. 1790, t. III, p. 63) en donne la détermination comme application de la résolution des triangles sphériques. Le Dr D. Schoy donne plusieurs exemples anecdotiques très intéressants de l'importance qu'attachent les Musulmans à cette ligne, et des recherches plus munitieuses ont fait retrouver la solution de ce problème dans les ouvrages de plusieurs astronomes arabes tels que *Al Battani* et *Al Gagmini*.

Le cadran solaire était employé aussi par les Arabes pour la détermination des heures de la sieste, des jours saints, et surtout des prières : prières du lever du soleil, du midi (*Zohr*); prière dite *Salat Asr* qui commence quand l'ombre est double du style et finit au coucher du Soleil, divisée en *Asr-ewel* et *Asr-sany*, etc.

L'auteur termine son étude par la reproduction d'un cadran arabe spécialement destiné à l'usage religieux, et où l'on remarque de curieuses courbes hyperboliques et asymptotiques. A. L.

La « Société astronomique de Roumanie » et son organe « Orion ». — Depuis quelques années, à l'initiative de W. V. Anestin, le goût des études et des observations astronomiques s'est développé à un haut degré parmi le public intellectuel roumain. En 1907, ce savant réunissait quelques amis, amateurs comme lui-même, qui décidaient la création d'une Société astronomique. Aujourd'hui cette Société est bien vivante, active, et possède à Bucharest un hôtel-observatoire avec une lunette Zeiss de 150 millimètres, dus tous deux à la munificence de l'amiral Urseano, président actuel de la Société. MM. I. et C. Rosetti Balanesco ont commencé des observations suivies sur la Lune et la lunette va être prochainement munie d'un objectif et de dispositifs photographiques. En province, une trentaine d'amateurs déjà se sont procurés, sous la direction de M. V. Anestin et de la société nouvelle, de petites lunettes de 54 à 120 millimètres et se livrent aux obser-

vations suivies que comportent l'emploi de ces réfracteurs. Bref, tout un mouvement astronomique s'est prononcé en quelques années, sous l'impulsion d'un premier adepte fervent de la science astronomique, auquel il ne faut pas manquer d'associer les noms de l'Amiral Urseano, de M. Stefan Hepites et du Prof. Spirou Haret.

Dans le précédent Bulletin, nous insérions une note intéressante due à ce dernier savant et que les communications de M. Hepites nous avaient fait connaître. M. Spirou Haret vient malheureusement de terminer trop tôt sa carrière. Ancien élève de l'Université de Paris, M. Spirou Haret y avait conquis son grade de docteur en sciences physiques et mathématiques avec une thèse remarquée sur l'invariabilité des grands axes des orbites planétaires, Professeur de mécanique à l'Université de Bucharest, il appartenait à l'Académie roumaine; il fut ministre de l'instruction publique et créateur d'une Université populaire où lui-même donna jusqu'en 1912 le cours d'astronomie. M. V. Anestin, sur ses instances, avait repris ce cours et en occupe actuellement la chaire. Quant à M. Hepites, nous le retrouvons ici comme partout où il y a bonne œuvre scientifique à accomplir. Créateur lui-même de l'Institut météorologique et astronomique roumain, il s'est beaucoup interessé à ce mouvement astronomique, qu'il a encouragé et appuyé de toutes ses forces, notamment à l'Académie roumaine.

Un journal astronomique, *Orion*, qui paraît mensuellement depuis six années est l'organe et en même temps le lien des membres de la Société astronomique qui sont répandus dans tout le royaume. M. Anestin veut bien nous en faire l'échange et nous sommes heureux d'entrer en relations scientifiques avec notre consœur la « Société d'Astronomie roumaine », plus jeune que la nôtre, montrant une vitalité qui lui fait honneur et est du meilleur augure pour le développement des sciences astronomiques en Roumanie.

Personalia. — La classe des sciences de l'Académie royale de Belgique a, dans sa dernière séance annuelle, décerné le prix Mailly, pour favoriser les progrès de l'Astronomie, à M. Paul Stroobant, astronome à l'Observatoire royal, pour l'ensemble des travaux qu'il a publiés durant la période 1908-1911.

MM. G. Van Biesbroeck, astronome adjoint à l'Observatoire royal, et Alb. Tiberghien, conservateur adjoint à la Bibliothèque royale, viennent de recevoir de l'Académie royale de Copenhague une médaille d'or pour leur mémoire envoyé en réponse à la question suivante par cette Académie : « Elucider les notes astronomiques contenues dans les « Adversaria » de Roemer, les mettre en rapport avec ce que l'on sait par ailleurs de Roemer et de l'état de l'astronomie à son époque ».

Ces distinctions font honneur à la science belge et les membres de notre société seront heureux d'en prendre connaissance.

Nous présentons aux savants lauréats nos plus vives félicitations.

Le Bureau de la Société belge d'Astronomie.

Bibliographie

Isis. — *Revue consacrée à l'Histoire de la Science.* -- Publié par George Sarton, D. Sc. Wondelgem-lez-Gand. 1913.

Isis, la compagne d'Osiris, la mère d'Horus, la déesse génératrice des dieux et du monde, source de toutes choses, eut dans le monde gréco-romain des temples où se célébraient des mystères que l'Egypte pharaonique n'avait pas connu mais que l'âme grecque avait créés. C'est cette Isis dernière dont le nom est en tête de cette Revue. Elle cache derrière le voile de son temple les raisons des choses qu'on ignore et dont l'âme humaine est avide. Quel plus beau nom peut porter une Revue consacrée à l'Histoire de la Science, c'est-à-dire à celle de l'évolution mentale de l'Humanité! C'est bien là, en effet, ce qu'est l'Histoire de la Science, comme, s'inspirant d'Auguste Comte, de Tannery, de Cournot et de Spencer, l'entend M. G. Sarton et comme il nous le dit et nous le montre dans une belle étude de philosophie scientifique qui doit former les feuilles d'introduction du prochain premier fascicule d'Isis.

L'entreprise qu'aborde Isis et M. G. Sarton, (car il est l'éditeur et le directeur de la Revue), est celle d'un courageux et d'un jeune auquel toutes les aspirations et toutes les ardeurs sont permises. Pour la réaliser, il s'est appuyé sur un comité de patronage aux noms connus et justifiés, mais qui n'est qu'un « Comité de patronage ». L'unité de l'œuvre, et cette unité ici intéresse au premier degré, sera tout entière entre les mains du directeur de la Revue; il s'agit de l'histoire de la Science et non de celle des Sciences, à laquelle de nombreuses publications sont déjà consacrées dans les diverses langues mondiales — ici, comme l'auteur le dit lui-même, chaque fascicule de la « Revue »devra en quelque sorte être une œuvre homogène dont tous les éléments séparés concourront au but commun poursuivi, à celui de l'Histoire de la Science pour laquelle celle d'un fait en lui-même n'a d'intérêt que si on le rattache par tous ses liens à ce qui l'entoure dans le domaine du savoir. M. G. Sarton présente l'œuvre qu'il a méditée comme une revanche du synthétisme contre l'excès des tendances analytiques modernes; il y a certes du vrai dans la constatation de ce fait, mais l'esprit analytique est le fait même de notre ignorance dans la recherche de la vérité et l'histoire est là pour nous montrer qu'ayant cru l'atteindre, l'humanité de temps à autre s'arrête en chemin et satisfaite du butin qu'elle recueille sans cesse, le contemple et l'évalue un instant. Les dernières conquêtes de la Science physique justifient l'arrêt actuel où l'esprit synthétique reprend des droits qu'à vrai dire il n'a d'ailleurs jamais complètement abandonnés. M. G. Sarton veut collaborer dans le domaine de l'Histoire de la Science à ce « grand œuvre »; tous les penseurs souhaiteront heureuse réussite à ses efforts qui ne peuvent être inféconds, car comme l'a dit Comte : « la science est le seul bien solide et incontestable entre les hommes ».

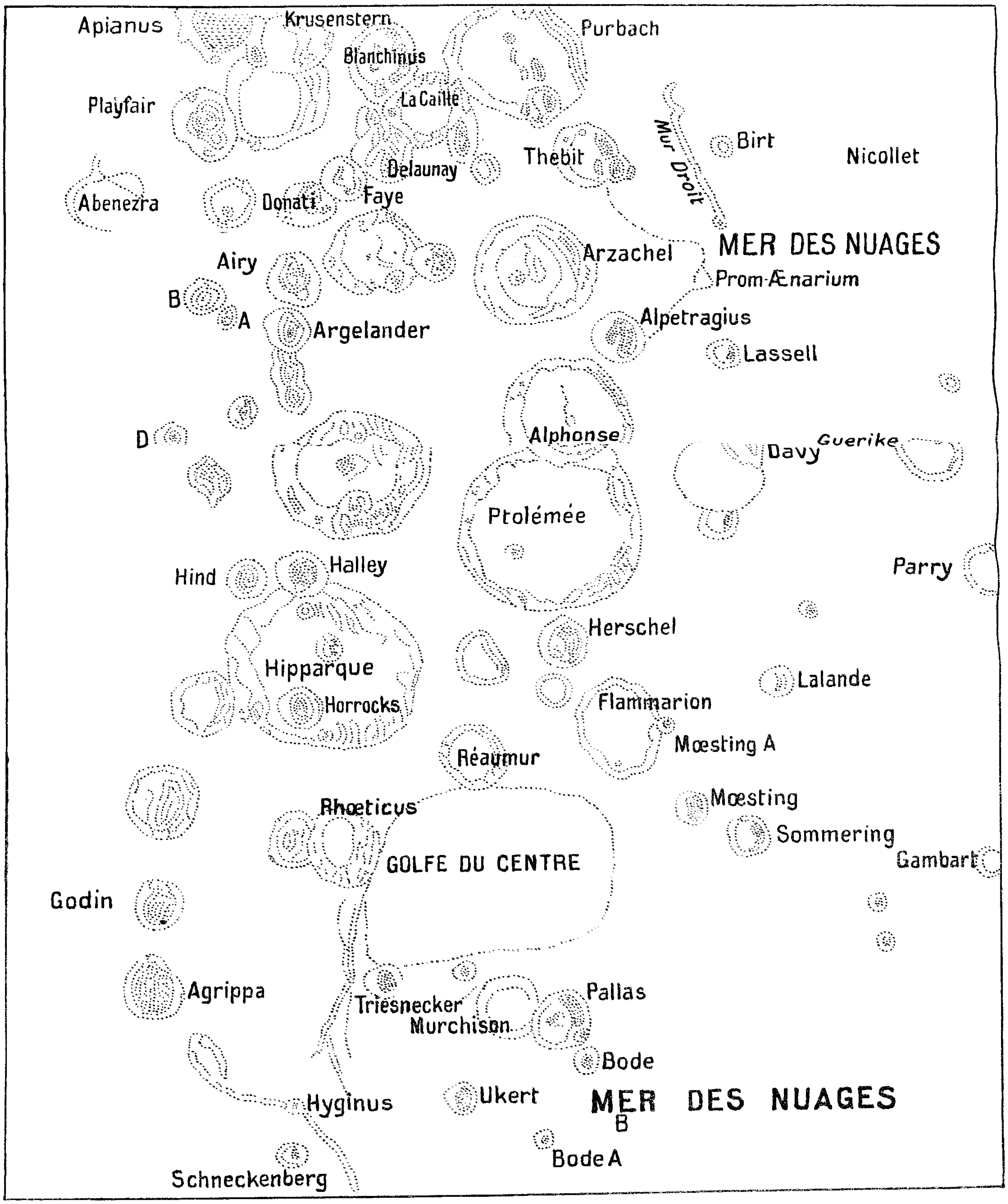
La Revue *Isis* comportera 12 fascicules (mensuels) de manière à former un fort volume de 700 à 800 pages; son prix sera de 30 francs par an, somme qui sera recouverte par les soins de l'Imprimerie Weissenbruch. L'acte d'adhésion seul est à envoyer à M. Sarton, dont nous avons donné plus haut l'adresse. Le fasc. I de (février) contiendra : G. Sarton, L'Histoire de la Science; — David Eugène Smith (New-York), The Geometry of the Hindus; — Ic. Guareschi (Torino), Nota sulla storia del movimento browniano; — G. Milhaud (Paris), Note sur l'origine de la Science; — Em. Radl (Prag), Paracelsus, Eine Skizze seines Lebens; — Une chronique et des Analyses critiques — Une Bibliographie. E. L.

POHLE (Dr JOSEPH), Professor a. d. Universität zu Breslau. Die Sternenwelten und ihre Bewohner. Bachem, Köln. (*Les Mondes des Etoiles et leurs habitants, par le Dr G. Pohle, professeur à l'Université de Breslau.*) Prix : 10 francs, broché.

La littérature astronomique, comme la littérature scientifique éducative générale d'ailleurs, est infiniment plus riche et plus développée en Allemagne qu'en France et dans le premier de ces domaines cet ouvrage du Prof. Pohle, qui en est d'ailleurs à sa sixième édition, a une réputation justement méritée. C'est ce qui nous a engagé à le faire connaître à nos membres; quoique le semble faire croire son titre, d'après lequel l'habitabilité des mondes serait la thèse unique qu'on devrait y trouver exposée, cet ouvrage est plutôt, avec ce dernier argument d'exposition, un exposé général des connaissances que nous possédons sur le Cosmos, depuis notre système solaire et ses astres divers, à commencer par le Soleil, jusqu'aux étoiles, aux constellations, et à la famille étrange des comètes. Mais tout en montrant l'état actuel de nos connaissances du monde astronomique, l'auteur nous apprend toujours, tout au moins dans les grandes lignes, comment le temps les a amenées et les a faites, quelles luttes véritables contre lui-même l'esprit humain a eu à soutenir pour se persuader de la vérité des choses, et ce n'est pas là un des côtés les moins attrayants de ce livre bourré de faits bien ordonnés et de lecture si aisée. On ne peut reprocher à l'auteur qu'une chose, c'est qu'il subordonne souvent et d'une manière trop visible ses conclusions à ses croyances philosophiques — mais il le fait si franchement et si ouvertement que le lecteur averti n'en est point trompé dans son jugement.

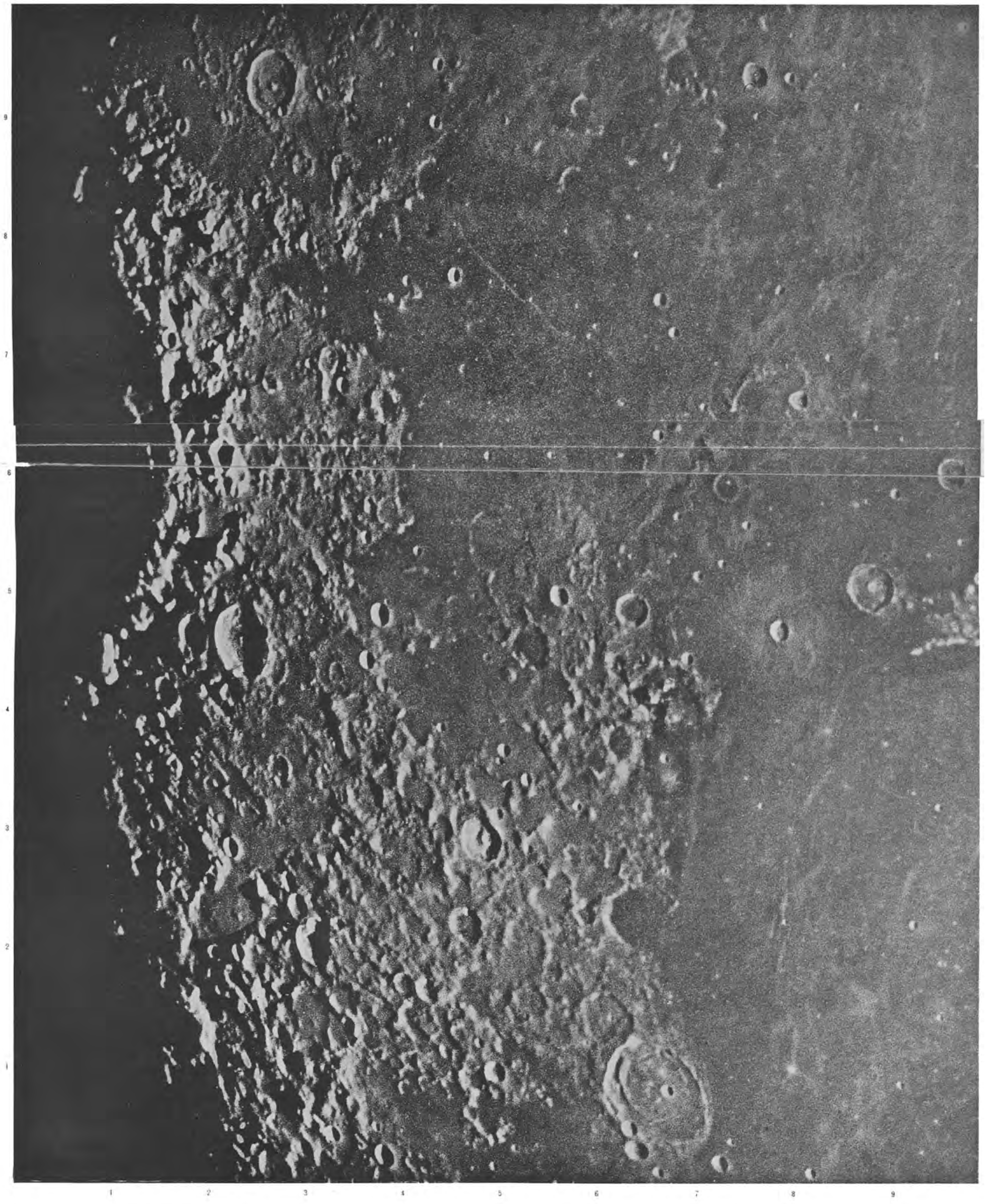
L'ouvrage est divisé en onze chapitres dont les titres montreront bien que M. Pohle a en vue une sorte de représentation générale du « Cosmos » tel que l'ont fait pour nous les acquits les plus modernes de la science et ne s'inquiète point trop du côté didactique, sans que l'ordre logique soit trop bien respecté. Les deux premiers chapitres sont consacrés à l'exposé du problème de l'habitabilité des mondes et au rappel historique fort curieux des chercheurs qui à toutes les époques ont cru à l'existence de mondes extérieurs à notre Terre; le troisième passe, par une sorte de transition paradoxale mais qui ne l'est pas, au rôle cosmique des météorites; le quatrième et le cinquième sont consacrés à l'analyse spectrale et à ses conquêtes, et à l'astrophotographie (celle-ci n'est d'ailleurs traitée qu'en général et la Lune par exemple n'y donne paslieu à une étude spéciale); le sixième traite du Soleil (l'ouvrage de E. Pringsheim, le dernier en date, n'a pu être utilisé par l'auteur); le septième des étoiles fixes — puis des systèmes si curieux des étoiles doubles; l'auteur reconnait l'inhabitabilité des étoiles comme il a reconnu celle de notre Soleil; enfin, le huitième chapitre est consacré à la revue de nos planètes et à un exposé du système de Laplace (l'auteur n'aborde pas les autres hypothèses cosmogoniques) et reconnaît la nature spéciale de Mars, peut-être monde vivant comme le nôtre; le neuvième chapitre s'occupe des comètes et le dixième, enfin, est un exposé fort intéressant de considérations d'ordre métaphysique en faveur de l'existence de la vie en dehors de notre petit monde avec conclusions nettement affirmatives; ces conclusions s'accordent donc avec celles du savant astronome qui s'est de nôtre temps le plus attaché à la solution de ce grand mystère, nous avons nommé C. Flammarion; mais si les conclusions sont les mêmes, « les raisons » de C. Flammarion sont toutes différentes et d'ordre physique et non métaphysiques.

Quoi qu'il en soit, le livre du Prof. Pohle est un beau livre et nous ne pouvons que le signaler à nos lecteurs avec le plus vif intérêt. E. L.


Apianus
Krusenstern
Purbach
Blanchinus
Playfair
La Caille
Birt
Nicollet
Mur Droit
Thebit
Delaunay
Abenezra
Donati
Faye
MER DES NUAGES
Arzachel
Airy
Prom Ænarium
B
A
Argelander
Alpetragius
Lassell
D
Alphonse
Davy
Guerike
Ptolémée
Hind
Halley
Parry
Herschel
Hipparque
Lalande
Horrocks
Flammarion
Mœsting A
Réaumur
Mœsting
Rhœticus
Sommering
GOLFE DU CENTRE
Gambart
Godin
Agrippa
Pallas
Triesnecker
Murchison
Bode
Hyginus
Ukert
MER DES NUAGES
B
Bode A
Schneckenberg

PLAYFAIR - GEURIKE - TRIESNECKER

D'après phototypie Puiseux et Le Morvan. Diamètre Lunaire $0^{m}724$



1907, Août 29, 16 h. 5 m. (T. M. de Paris)

Atlas photographique de la Lune.

PLANCHE LXIV

PLAYFAIR.—GUERIKE.—TRIESNECKER

(29 août 1907.)

La région centrale de notre satellite, voyant perpétuellement la Terre près de son zénith, est, de toutes, celle qui se prête aux investigations les plus complètes. Aussi, bien qu'elle ait déjà figuré à diverses reprises dans ce recueil, on trouvera encore dans cette nouvelle feuille de nombreuses occasions de signaler des détails nouveaux ou de mieux interpréter des objets déjà signalés.

Tout le bloc montagneux qui apparaît ici au terminateur et qu'interrompt brusquement le golfe, ou plutôt le détroit du Centre (4,0 à 6,0 H — 2,0 à 3,5 V), est échancré sur son contour par de vastes hémicycles, ébauches de mers annexées à des plaines plus étendues ou de cirques demeurés incomplets. Les deux plus remarquables de ces basssins sont ceux que sépare le Promontorium Ænarium (7,0 H — 7,9 V). Celui du sud, le moins déprimé, a été envahi dans sa partie ouest par un dépôt de teinte claire. Le Mur Droit (6,9 H — 8,8 V) lui dessine une crevasse médiane, analogue à celle de la mer des Crises ou à la veine méridienne d'Alphonse (5,7 H — 6,7 V). Le reste du contour, dans les deux bassins, est faiblement indiqué soit par des cassures à peu près refermées, soit par de légers relèvements du sol qui correspondent à des teintes plus claires.

Dans son ensemble la partie montagneuse s'inscrit dans un rectangle dont un côté est peu incliné sur le méridien et intermédiaire entre cette direction et celle du Mur Droit. Mais il importe de remarquer que l'alignement si bien indiqué par le Mur Droit est répété dans la région montagneuse à un très grand nombre d'exemplaires, avec une tendance à s'incliner un peu plus sur le méridien quand on s'avance du sud au nord. Il est extrêmement probable que cette structure a dominé aussi dans la région de plaine, où l'on n'en retrouve aujourd'hui que de rares vestiges.

La division ancienne de l'écorce en bandes juxtaposées se révèle sous quatre formes persistantes : *a*) fissures continues tracées en plaine; *b*) sillons discontinus traversant les plateaux, quelquefois oblitérés, mais quelquefois aussi plus visibles à la traversée des mon-

tagnes; *c*) alignement des centres de cirques, contigus ou séparés; *d*) portions rectilignes dans le contour des cirques, avec cas de parallélisme manifeste entre les bourrelets d'une même région.

Entre les diverses parties d'une même bande, il existe une cohésion plus forte qu'entre les parties adjacentes de deux bandes voisines. Les forces intérieures, qu'elles tendent à l'affaissement ou au relèvement, produisent donc un jeu qui met en creux ou en relief certaines parties d'une bande, et, si plusieurs systèmes de fissures différemment orientés se croisent, on verra se dégager des blocs quadrangulaires et polygonaux.

Les cassures récentes offrent des issues particulièrement faciles aux éruptions, qui peuvent les transformer avec le temps en chapelets de cratères. Les fractures anciennes, consolidées par l'afflux et la solidification des laves, deviennent au contraire des lignes de résistance, capables d'entraver dans une certaine mesure le développement des cirques. Des tracés rectilignes se sont ainsi imposés, soit à certaines portions des bourrelets, soit au contour des affaissements qui ont intéressé à la fois des plateaux encore plus vastes et semblent avoir préparé, sans effet jusqu'à présent, l'apparition de nouvelles mers.

Aucune partie de la Lune ne se prête mieux que celle qui nous occupe à la vérification de ces lois. L'accord avec le Mur Droit est visible dans l'alignement des montagnes qui traversent Purbach (5,1 H — 9,7 V), Arzachel (5,3 H — 7,8 V) et Alphonse, dans celui des quatre cirques qui enchaînent à l'ouest de Parrot (3,7 H — 6,9 V), dans les sillons qui prolongent les limites orientales d'Alphonse et de Ptolémée (5,5 H — 5,5 V), et aboutissent l'un sur Lalande C (71, H — 4,5 V), l'autre sur Mösting (6,8 H — 3,2 V). Des sillons parallèles s'étendent de part et d'autre de Parrot *c* (4,3 H — 7,8 V), coupent le bassin occidental de Parrot, entament le côté est de Herschel *c* (5,9 H — 4,3 V), prolongent dans les deux sens les limites ouest d'Albategnius (3,5 H — 6,0 V), d'Hipparque (3,3 H — 4,4 V), de Rhæticus (3,3 H — 3,0 V), strient dans toute son étendue le massif montagneux où se détache Ukert (4,5 H — 0,9 V), et reparaissent en plaine au delà de la fissure d'Hyginus (2,9 H — 0,8 V), sous forme de petites crêtes isolées. La prédominance de la même direction est visible dans les fissures β et δ de Triesnecker (3,8 H — 1,8 V), dans la partie est de la fissure d'Hyginus, dans certaines sections, visiblement rectilignes, des contours d'Alphonse, de Ptolémée, de Réaumur (4,7 H — 3,6 V), de Triesnecker, de Flammarion (6,2 H — 3,9 V).

Les autres directions associées sont loin d'avoir laissé des traces aussi apparentes. Elles se manifestent peu sous forme de sillons, davantage sous forme de digues ou par des parties anguleuses dans le contour des cirques. Il est visible, cependant, que le point le plus septentrional d'Albategnius marque le concours de deux sillons, l'un formant tangente commune pour Hipparque, Albategnius, Ptolémée, l'autre pour Albategnius, Ptolémée, Herschel : le premier surtout remarquable comme alignement d'orifices, le second comme digue saillante opposée à l'extension des cirques. Tous deux, associés au sillon déjà signalé du premier système, qui se dirige sur Mösting, complètent un vaste triangle équilatéral dans lequel s'inscrit Ptolémée. De même Albategnius est formé aux dépens d'un socle en forme de losange, dont trois côtés seulement se dessinent ici, et dont le quatrième serait le prolongement du sillon tangent à la limite est d'Airy (2,9 H — 7,8 V), et aligné sur la montagne centrale de Albategnius A (4,0 H — 6,2 V).

A ces deux nouveaux systèmes de sillons se rattachent, avec un léger changement progressif d'orientation, l'alignement Lacaille (4,2 H — 9,2 V), Delaunay (3,8 H — 8,8 V), Faye (3,4 H — 8,5 V), Donati (3,1 H — 8,4 V), la tangente commune à Arzachel, Parrot *c*, Argelander (2,9 H — 7,3 V), des portions rectilignes dans les remparts d'Albategnius, d'Alphonse, de Ptolémée, de Triesnecker, les crevasses de Réaumur et de Flammarion, la ligne de jonction des fissures d'Ariadæus (1,5 H —0,9 V) et d'Hyginus. L'autre système se manifeste dans les limites sud-est de Delaunay, d'Albategnius, de Ptolémée, dans la fissure qui joint Hipparque à l'extrémité ouest de Réaumur, dans l'extrémité ouest de la crevasse d'Hyginus.

La présence simultanée de sillons appartenant à ces trois systèmes, dont l'inclinaison mutuelle est à peu près 60 degrés, a eu pour résultat de partager la croûte lunaire en hexagones; Il est arrivé plusieurs fois qu'une dénivellation a porté sur la surface entière de l'un de ces hexagones, et la régularité des contours ainsi obtenus montre que les sillons des divers systèmes sont séparés par des intervalles assez uniformes. C'est ainsi que l'on constate sans peine la similitude, non seulement de la forme hexagonale, mais de l'orientation sur Purbach, Albategnius, Ptolémée, Réaumur, Flammarion, sur le rempart incomplet qui se dégage de l'ombre au sud de Godin (1,6 H — 2,4 V). Tous ces cirques, à bourrelet peu ou point saillant, dégradé et coupé de brèches, portent les signes d'une haute antiquité. Les orifices modernes,

à rebord vigoureux et net, sont beaucoup moins assujettis à l'influence d'un réseau rectiligne préexistant. Ils ne sont cependant pas exempts d'irrégularités dans leur contour. Déjà, pour Blanchinus (3,8 H — 9,5 V), Lacaille, Hipparque, l'un des systèmes de sillons s'est montré presque inactif, et la forme finale est plus près du losange que de l'hexagone. Quand on arrive aux cirques plus petits, dont le bourrelet offre une altitude soutenue, les portions rectilignes deviennent des accidents isolés; leur distribution toutefois n'est pas fortuite, et suffit parfois pour établir des ressemblances très caractérisées entre des cirques voisins. Ainsi Ukert, anguleux en trois points et notamment à son extrémité nord, semble avoir servi de modèle à Davy (7,4 H — 6,2 V), à Godin et, dans une certaine mesure, à Alpetragius (6,1 H — 7,2 V) et à Bode (5,8 H — 1,1 V). Agrippa (1,5 H — 1,7 V), plutôt tronqué au nord, allongé au sud, est visiblement apparenté à Mösting, à Lalande (7,7 H — 4,2 V), à Guerike (9,3 H — 6,1 V), à Herschel *d* (5,5 H — 4,2 V), à Herschel *c*, à Pallas (5,5 H — 1,5 V), à Horrocks (2,9 H — 4,0 V). La correspondance des angles de position nous paraît un motif très fort, ajouté à d'autres, de croire que tous ces cirques ont fait autrefois partie d'un même plateau, qu'ils ont eu à compter avec les mêmes digues rectilignes ou avec des digues parallèles et que c'est l'invasion ultérieure des mers qui les a déchaussés et isolés les uns des autres.

Nous trouvons une indication de même sens dans le tracé des fissures. Celles de Réaumur et de Flammarion franchissent avec indifférence crêtes et dépressions. Il est clair que leur formation n'a été liée en rien à celle du relief actuellement visible. Les systèmes plus complexes de Triesnecker et d'Hyginus se développent en plaine. Libres, en apparence, de leur tracé, ils sont en discordance complète avec les rivages voisins, et se conforment, au contraire, aux sillons rectilignes qui dominent sur tout le plateau. La cause de ces fissures n'est donc point locale et superficielle, mais tient à la structure profonde de la région, structure dérobée à la vue depuis la formation des mers. La division par bandes subsiste néanmoins, et un retour d'activité des forces intérieures la fait reparaître au jour. Un jeu qui s'accomplit suivant la ligne de séparation de deux bandes voisines oblige la surface solidifiée des mers à se fissurer suivant une ligne parallèle. C'est ainsi que les joints d'un mur construit en pierres et recouvert de plâtre redeviennent visibles si le mur éprouve un tassement. De pareilles fissures auront toutes chances de s'étendre aux parties de

l'écorce non submergées par les épanchements, mais il sera plus difficile de les y suivre à travers une topographie compliquée. Nous croyons cependant pouvoir assurer que la fissure β de Triesnecker se prolonge au sud de Triesnecker A (3,2 H — 2,5 V) et que la crevasse ζ du même système traverse tout le massif montagneux à l'est de Rhæticus.

Les accidents volcaniques superposés au réseau rectiligne le laisseront plus malaisément reparaître et donneront lieu souvent à des cassures subordonnées au relief nouveau. Une des plus remarquables, par ses dimensions, est celle qui dédouble sur une grande étendue la crête d'Arzachel et témoigne d'une poussée au vide vers cette arène déprimée à plus de 4,000 mètres. L'influence du réseau ancien se retrouve toutefois dans la disposition des gradins intérieurs, dans le prolongement au dedans des cirques de certains sillons du plateau, dans l'allongement de leurs veines et de leurs montagnes intérieures. Ce sont autant d'arguments contre l'origine météorique ou balistique. La formation des cirques a été nécessairement une œuvre de longue haleine, ne faisant point table rase du relief antérieur. Une chute fortuite de projectiles n'eût point créé de formes polygonales, n'eût point donné des alignements répartis entre un petit nombre de directions, et n'eût rien laissé subsister de la structure primitive dans l'étendue des empreintes.

Les traînées claires qui s'allongent et s'entremêlent dans l'angle nord-est de la feuille sont originaires de Copernic. On aperçoit à travers leur voile uniforme le bourrelet très peu accusé de Stadius (9,4 H — 0,2 V). L'intérieur semble n'avoir opposé aucun obstacle à l'envahissement par les dépôts volcaniques, mais il n'en est pas de même du plateau strié qui s'étend au nord de Schröter (7,2 H — 2,2 V), et qui a gardé une teinte sombre très prononcée, d'habitude réservée aux régions de plaine. Nous ne saurions faire, au sujet des conditions physiques spéctales qui ont assuré cette immunité, que des conjectures très incertaines. Le système rayonnant de Lalande comprend de nombreuses traînées vives mais peu étendues, avec renforcement régulier sur toutes les élévations du sol, et lacunes en coïncidence avec les bassins déprimés. Mösting est le point de départ d'un rayonnement incomplet développé seulement vers l'est. Autour de Mösting A (6,6 H — 3,8 V) s'épanouit une auréole diffuse, encore peu visible à cette distance du terminateur, et qui ne se partage point en traînées. Alpetragius *d* (8,0 H — 6,9 V), Parry B (9,0 H — 5,4 V), Parry *c*

(9,0 H — 5,1 V) sont de vives taches blanches que Mädler a dessinées autrefois comme des cirques bien apparents et profonds et où l'on ne retrouve plus aujourd'hui que de très petits orifices. Sur cette feuille les taches Parry B et Parry *c* sont presque égales. Cette apparence est exceptionnelle. Sur un très grand nombre de clichés répartis dans des phases diverses entre les années 1896-1907, la prédominance de Parry B sur son voisin est toujours beaucoup plus marquée, quoique variable. La feuille qui nous occupe laisse aussi à peine soupçonner l'auréole de Guerike B (0,3 H — 6,3 V), si apparente, par exemple, sur la planche IX de cet atlas.

L'examen des clichés confirme l'existence des montagnes centrales, assez délicates, de Triesnecker, de Mösting et de Lalande, celle des cratères intérieurs de Lacaille, figuré comme tout à fait vide par Beer et Mädler. On peut s'étonner aussi de voir les mêmes auteurs signaler la montagne centrale d'Alpetragius comme difficile à voir hors de la Pleine Lune. Sur nos clichés, ce pic exceptionnellement important attire l'attention dans toutes les phases dès que sa cime émerge de l'ombre. Hyginus N (2,6 H — 0,5 V), dont la formation récente a donné lieu à tant de discussions, offre ici l'aspect d'une dépression très imparfaitement définie, de 3 à 4 kilomètres de diamètre vers le centre d'un losange saillant. On peut admettre qu'une telle situation comporte des risques particuliers d'instabilité. Des nombreux dessins publiés sur cette région, les plus ressemblants nous paraissent être ceux de N. E. Green (*Selenographical Journal*, n° 51). Ils donnent cependant à la fissure d'Hyginus, à l'est du cratère, une convexité inverse de la vraie. La carte de Schmidt ne nous paraît pas non plus exempte de critique sous ce rapport, en figurant cette cassure comme rectiligne, alors que nous lui voyons deux courbures contraires, inexplicables par un effet de libration. C'est à tort aussi, croyons-nous, que Schmidt laisse incomplète la jonction des crevasses d'Ariadæus et d'Hyginus, qu'il figure en blanc le prolongement du golfe du Centre, s'avançant jusqu'au rempart de Pallas. Un grand nombre de clichés s'accordent à désigner cet emplacement comme le plus sombre de toute la région. Par contre, la tache presque noire que la planche IX de notre atlas figure vers le milieu du golfe, à mi-chemin entre Triesnecker et Mösting, ne correspond ici à rien de notable, et l'origine de sa présence sur la planche IX est un défaut photographique.

LES TREMBLEMENTS DE TERRE ENREGISTRÉS A ÇARTUJA (GRENADE) PENDANT L'ANNÉE 1912

Les tremblements de terre figurent certainement parmi les phénomènes dont l'apparition est des plus irrégulières ou tout au moins dont les lois de production ne nous sont pas connues aujourd'hui ; ainsi, après les deux années 1910 et 1911, qui sont des années de maxima pour notre station sismologique, vient celle qui s'est terminée il y a peu de jours avec 152 tremblements de terre enregistrés, c'est-à-dire avec seulement 53.5 et 59.0 p. c. de ceux notés pendant les deux années précédentes.

Il est évident que pour une station comme Cartuja, située dans une région modérément sismique et pas trop éloignée cependant de quelques centres d'ébranlement assez importants, le chiffre des sismes observés se srouve étroitement lié, toutes autres circonstances égales, avec l'activité plus ou moins considérable de ses alentours. Nous verrons cependant que le petit nombre relatif des tremblements de terre enregistrés, du déficit, comme nous pourrions l'appeler, dépend aussi largement des télésismes, bien que pour ceux-ci comme pour les plésiosismes, et encore plus pour ces derniers, nous soyons outillés bien plus largement que dans les deux premières années (1908 et une grande partie de 1909), que nous faisons rentrer dans les tableaux suivants, et dont nous avons aussi publié des relevés mensuels dans cette revue, comme pour les autres années suivantes.

Les notations employées sont celles du Prof. Dr E. Wiechert (Göttingen) (1).

Nous avons déjà touché un peu autrefois la question des relations qui peuvent exister entre l'apparition des tremblements de terre et le passage d'une ou plusieurs taches solaires par le méridien central (2). Aujourd'hui nous mettrons en regard, sous forme de tableau, les jours dans lesquels il y a eu des tremblements de terre (à plus de 1000 kilomètres) suffisamment énergiques pour être enregistrés par nos sismographes, et ceux où un groupe de taches a traversé le méridien central solaire ; nous avons utilisé à cet effet les renseignements de l'Observa-

---

(1) *d* = domesticus (ressenti). — *v* = vicinus (< 1000 kilom.). — *r* = remotus (> 1000 < 5000 kilom.). — *u* = ultimus (> 5000 kilom.).

(2) « La théorie de M. Oddone et les observations de Cartuja en 1907 », *Bull. de la Société belge d'Astronomie,* 1908, p. 84.

toire astronomique de Cartuja, publiés comme les nôtres dans cette revue; l'année choisie a été 1908, pendant laquelle l'activité solaire était encore assez considérable, l'exclusion des tremblements de terre à foyers trop rapprochés a eu pour but d'écarter les secousses, insignifiantes pour la plupart.

TABLEAU I

CATÉGORIE	Tremblements de terre enregistrés à Cartuja					MOYENNE	Ecarts de la moyenne				
	1908	1909	1910	1911	1912		1908	1909	1910	1911	1912
u	105	98	110	98	73	97	+ 8	+ 1	+13	+ 1	—24
r	34	27	24	29	27	28	+ 6	— 1	— 4	+ 1	— 1
v	33	30	30	119	49	76	—43	—46	+72	+43	—27
d	0	4	3	11	3	4	— 4	0	— 1	+ 7	— 1
Totaux	172	159	285	257	152	205	—33	—46	+80	+52	—52

Le nombre moyen des télésismes enregistrés annuellement pendant ces cinq dernières années est 125, avec maximum de 139 en 1908 et minimun de 100 en 1912.

La répartition mensuelle des tremblements de terre pendant ce laps de temps est donnée dans le tableau II.

Les maximums des mois de mai, juin et juillet dépendent en grande partie des nombreuses secousses enregistrées comme *aftershocks* des tremblements de terre d'Adra (16 juin 1910), Lorqui (3 avril 1911) et Santafé (31 mai 1911). Le minimum des mois d'hiver trouve son explication, au moins partiellement, dans l'abondance toute particulière des barosismes qui ont fait perdre de nombreux sismes, lesquels seraient sûrement perçus sans ces agitations parasites.

Les 139 tremblements de terre dont les épicentres étaient situés à plus d'un millier de kilomètres de nôtre station sismologique se produisirent en 113 jours différents, et les 58 groupes de taches qui traversèrent le méridien central du Soleil le firent en 56 jours. Les concor-

dances, sans préjuger la question de relativité entre deux phénomènes qui pourtant semblent assez disparates, se sont observées :

		Cas.	Tr de terre.
Passage d'un groupe et tremblement de terre	le même jour	20	29
	le jour avant	12	14
	le jour après	15	18
	deux jours avant	5	5
	deux jours après	4	4
	Totaux	56	70

Si l'on se base sur ces nombres, la probabilité d'enregistrer un tremblement de terre dont l'épicentre fut à plus de 1 000 kilomètres était alors de 38 p. c. de moyenne journalière, celle d'une coïncidence parfaite (sisme et passage dans le même jour), de 6.2 p. c. et celle d'une coïncidence approchée (le même jour, le jour avant ou après, deux jours avant et après, tous réunis en bloc), de 31.0 p. c. L'observation a donné, comme il est aisé de le calculer avec les nombres fournis, respectivement 7,9 et 50,05 p. c. L'excès de l'accord avec le calcul fait dans l'hypothèse d'une relation nulle est de 30 et de 63 p. c. dans les deux cas.

Les concordances les plus notables se sont produites : le 11 janvier, sisme très violent à Taito (Formose), les 26-27 mars, deux sismes destructeurs à Chilapa (Mexique), le 5 mai, à Hou-peh (Chine), le 3 juin, à Quettah (Bélouchistan), le 23 juin, à Smyrne, le 21 septembre, à Puma (Hawaï), le 13 octobre, au Mexique, etc.

Par contre, le désastre de Messine (28 décembre) eut lieu sept jours après le passage du groupe n° 487 et six jours avant celui du n° 494; ce dernier était très important (568 millionièmes d'hémisphère) (1), mais cependant pas extraordinaire si l'on pense à l'époque de son apparition dans le cycle solaire.

Après cette digression un peu longue mais utile, nous paraît-il, nous nous occuperons de l'activité sismique de l'année 1912, en prenant comme bases les graphiques fournis par nos propres pendules.

Les sismographes en service ont été l'Omori modifié de 106 kilos, composante NNW. avec $T_0 = 17{,}0$ secondes, $A = 30$, ε : 1 entre 3 et 6;

(1) R. Garrido S.J. « Activité solaire », *Bull. de la Soc. belge d'Astronomie*, 1909, p. 131.

TABLEAU II

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moyennes mensuelles
1908	6	11	26	20	15	18	14	13	16	16	12	5	14,4
1909	2	10	13	17	16	10	14	17	22	14	16	8	13,2
1910	12	11	10	8	22	87	28	29	20	20	19	18	23,7
1911	27	15	11	27	33	43	29	18	16	20	8	10	21,5
1912	13	7	3	12	17	27	15	14	10	9	16	9	12,6
Totaux	60	54	63	84	103	185	100	91	84	79	71	50	85,4
Moyenne du mois	12,0	10,8	12,6	16,8	20,6	37,0	20,0	18,2	16,8	15,8	14,2	10,0	17,1
Ecarts pour 1912	+1,0	—3,8	—9,3	—4,8	—3,6	—10,0	—5,0	—4,2	—6,8	+1,8	—1,8	—1,0	+4,5

les bifilaires Cartuja composantes NNW. et ENE. respectivement avec M = 305 et 425 kilos, $T_0 = 8,0^s$ ($7,0^s$ depuis octobre) $10,0^s$, et A (jusqu'à octobre 114 et 85 et ensuite 110 et 107) ε : 1 entre 3 et 6; le Cartuja vertical, composante NNW. avec M = 280 kilos, $T_0 = 2,0^s$ et

TABLEAU III

Dates des passages des taches par le méridien central du Soleil et des tremblements de terre (à plus de 1000 kilomètres) enregistrés à Cartuja en 1908.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	OBSERVATIONS
5* 8 **11** 11 12 15 **17** **21** 25 27	1 1 **3** 9 9 9 **14** 14 14 **26**	1 2 2 5 8 10 **11** 15 **13** 15 15 **15** 15 15 17 **20** 19 20 **20** **21** 21 23 25 25 **27** 26 27	1 2 **4** 4 5 **6** **7** 8 **7-8** **9** 10 **10** 12 **15** 16 19 21 22 26 30	3 **4** 5 5 11 12 **11** 15 16 17 18 **19** 20 27 30	**2** 3 4 **5** **5** 9 11 15 18 20 **22** **23** 23 24 27 28 29 30	**1** **3** 7 8 8 7 10 13 16 **19** **20** 23 26	**5** **6** **7** 12 12 14 14 17 18 **19** 19 19 20 **23** 22 29	**1** **1** 4 8 9 **10** **12** 13 13 13 13 16 **20** 20 21 23 23 **26** 26 26 26	**3** 3 4 5 **6** 6 **6** 7 7 7 10 13 **13** 14 20 20 23 24 30 31	2 6 6 **7** 7 **9** 9 **10** **11** 11 **18** 18 19 20 23 28 30	**6** **8** 12 12 18 **19** **21** 25 28	(*) Les dates des passages sont imprimées en caractères gras et à gauche de celles des tremblements de terre. Pour avoir la date probable de l'apparition d'un groupe de taches au bord oriental du Soleil, retrancher sept jours de celui indiqué. Il convient de ne pas oublier que l'existence de beaucoup de ces groupes est assez courte, et que bien des fois ils se forment peu avant leur passage. Pour plus de détails consulter : *Activité solaire, Bulletin de la Société d'Astronomie*, 1908.
5 — 5	**4** — 6	**7** — 21	**6** — 13	**3** — 13	**5** — 13	**4** — 9	**5** — 11	**6** — 15	**4** — 16	**5** — 12	**4** — 5	

A = 500 environ, chiffre élevé dernièrement à 580 et ***bien supporté***, malgré la petitesse de la massé insignifiante pour un grossissement aussi considérable. Un autre pendule vertical Cartuja de 87 kilos, composante ENE., avec $T_0 = 2.85$ et A = 125 fois, a travaillé régulièrement depuis mars.

Il n'y a eu aucune interruption dans le fonctionnement des appareils, sauf les 25 et 26 juillet, jours pendant lesquels le chronographe fonctionna très irrégulièrement, comme nous l'avons indiqué dans le Bulletin correspondant,

Le multiplicateur-inscripteur du bifilaire Cartuja de 425 kilos a reçu d'importantes modifications qui en font un instrument tout à fait original.

Les constantes des instruments ont été déterminées fréquemment (ε : 1 surtout, car les autres sont presque invariables et plus encore après la modification introduite chez le bifilaire ENE.); les mesures prises directement sur les graphiques ont subi toutes les corrections nécessaires pour les rendre autant que possible absolues. Les calculs ont été faits avec les tables de Goettingen et de Pulkovo et la règle Faber.

Pendant le cours de l'année, l'activité sismique s'est montrée plus particulièrement active dans le bassin oriental de la Méditerranée, l'extrême Orient, les îles Aléoutiennes et, en continuant vers le sud, sur les côtes américaines baignées par l'océan Pacifique puis le Mexique, le Pérou et le nord du Chili.

Sans toutefois atteindre, quant aux victimes, les nombres terrifiants de 1908 (Messine), ni ceux de 1905 (Kangra, Calabre), 1906 (Valparaiso et San Francisco), 1907 (Karatog). l'année 1912 a été cependant assez meurtrière.

Les sismes les plus destructeurs, d'après les renseignements qui nous sont parvenus, ont été les n°s 6, 39, 89, 98 et 142.

Le premier a eu lieu le 24 janvier vers 16 h. 20 m. (t. m. Eur. Occ.) et se fit sentir principalement dans l'archipel des îles Ioniennes où il produisit des dégâts immenses et une trentaine de victimes dans les îles de Zante et de Céphalonie. De violentes et nombreuses répliques contribuèrent comme d'habitude à augmenter le mal produit.

Le n° 39 (6 mai, à 19 h. environ) a fait des victimes et causé des dégâts matériels considérables dans le SW. et le S. de l'Islande, particulièrement à Reykjavik et à Reijanes, jusqu'aux environs de l'Hékla vers l'Est.

Le nº 89 (24 juillet) a produit la mort de trois personnes à Piura (Pérou, 5°,2 S. — 80°,5 W. Gr.), et de nombreux blessés, comme conséquence inévitable de la soudaine destruction d'un grand nombre d'édifices tant publics que privés. La panique bien naturelle produite par le sisme, ainsi que par ses fortes et nombreuses répliques, amena les habitants de Piura à se réfugier pendant plusieurs jours dans des cabanes construites à la hâte et sous des tentes de campagne.

Le nº 98 (9 août), ainsi que ses répliques excessivement violentes, nºˢ 99 (10 août) et 112 (13-14 septembre), correspondent à des tremblements de terre destructeurs, ressentis plus fortement sur les rivages de la mer de Marmara, surtout du côté de l'Europe. D'après les renseignements publiés peu de temps après la catastrophe par le ministère de l'intérieur et de l'empire ottoman, 3861 bâtiments auraient été détruits amenant la mort de 791, on a dit plus tard de 3000 personnes! Le premier (1) nombre démontre suffisamment les terribles effets du sisme, décélés d'ailleurs aussi par l'ampleur énorme des graphiques (plus de 970 μ dans celui du bifilaire Cartuja de 425 kilos) pour la composante ENE., avec une accélération du sol de plus de 15 milligals = 1,5^{mm} par sec., malgré les 2800 kilomètres qui nous séparent de l'épicentre.

Des rivières ont été détournées ou se sont taries, ainsi que de nombreuses sources, amenant le manque complet d'eau potable, déjà causé dans les villes plus importantes par la rupture des conduites; une montagne près de Chorak se serait fendue, etc...; des effets destructeurs se seraient produits plus spécialement à Rhodosto, Myriophyte, Chorlu et Silivri. A Constantinople ce sisme, quoique heureusement moins violent, aurait causé des dégâts énormes et même fait des victimes.

Pour obtenir des renseignements exacts, il faudra attendre la publication du travail entrepris, par ordre de son gouvernement, par le savant directeur de la station sismologique de Belgrade, délégué serbe

(1) Le chiffre de 3861 édifices ruinés pour 791 morts semble trop bas, si ce dernier n'est pas exagéré ou si l'on ne parle que de ceux totalement détruits. Dans le grand sisme andalous du 25 décembre 1884, d'après la commission officielle du gouvernement espagnol, il y eut 745 tués dans les provinces de Grenade et de Malaga; le nombre des édifices détruits totalement fut de 4339; 12779 furent à demi-ruinés, dont bon nombre durent être démolis pour éviter de nouveaux sinistres; or, de même, à l'instant du sisme turc, tout le monde, ou peu s'en faut, était dans les maisons quand le tremblement de terre eut lieu.

à l'Association sismologique internationale, le Prof. Mihailovich, qui s'est rendu peu de temps après la catastrophe sur les lieux les plus ravagés ; les circonstances dans lesquelles se trouvent tous les pays de la Péninsule des Balkans retarderont probablement un peu ce travail, qui promet d'offrir le plus vif intérêt.

Les graphiques correspondants au nº 142 sont moins importants, et cependant ce sisme est bien comparable par ses méfaits à celui dont nous venons de parler. Le 19 novembre, à 7 heures du matin (t. l.) environ, un affreux tremblement de terre a détruit de fond en comble les villes de Acambay, Timilpa, Temascalcingo, Ixtlahuaca et autres situées dans l'état de Mexico, à une centaine de kilomètres à l'W. de la capitale. On fait monter le nombre des morts à 1200 environ et on parle de pertes énormes, et cependant les renseignements que nous avons reçus de la station sismique de Tacubaya, à peu de kilomètres de la ville de Mexico, ne nous disent pas qu'il y ait été ressenti; le Wiechert de 125 kilos de cette station l'a très nettement enregistré, ce qu'il n'aurait probablement pas fait si son intensité avait dépassé le degré VI Forel-Mercalli ; or, la carte postale reçue dans laquelle on donne 125 kilomètres pour distance épicentrale ne dit rien d'un degré pareil.

Dans le tableau suivant figurent les situations des épicentres de quelques tremblements de terre que nous avons déterminés nous-mêmes à l'aide des tables du Dr O. Klotz d'Ottawa, si commodes pour ces calculs. Le manque de temps nous a empêché de le faire plus souvent, mais nous avons pu constater plus d'une fois, malgré la sûreté que donnent les trois procédés utilisés par MM. Wilip, Zeissig et nous-même, procédés qui avec de bons graphiques donnent à peu près les mêmes chiffres, très rapprochés de la vérité. Le procédé utilisé par le premier à Pulkovo est réellement merveilleux : il a pu localiser avec son aide 49 des sismes que nous avons enregistré en 1912 !

Les tremblements de terre espagnols enregistrés à Cartuja en 1912 et dûment identifiés sont au nombre de douze, tandis qu'en 1911 nous en comptions quarante-trois, ce qui est assez bien d'accord avec le nombre de macrosismes espagnols que nous avons pu recueillir et qui est en tout 28, contre les 180 de l'année antérieure. Il n'y a pas eu non plus de sismes comparables aux sismes destructeurs de 1910 et 1911 dans les provinces d'Almérie, Grenade et Murcie, bien qu'à Campillo de Aragon et à Cimbales (Saragosse), dans une région où la sismicité semblait nulle, on ait ressenti deux violents chocs (nos 25

et 26) qui ont cassé de nombreux vitraux, de la vaisselle et produit des dommages importants dans plusieurs bâtisses. Ce fut le cas, dit-on, du tremblement de terre d'Ocana (Almérie), n° 34, bien que l'insignifiance des graphiques obtenus à moins de 80 kilomètres du foyer rende ce dernier point peu probable.

TABLEAU IV

Situation rapprochée des épicentres de quelques sismes enregistrés à Cartuja en 1912.

Numéros d'ordre	φ		λ	Autorités	Observations
2	51°0	N	176°4 W	C(*)	Calculé avec Cartuja, Ottawa et Zi-ka-wei, Aléoutiennes centrales.
8	39,5	»	17,4 E	S	Golfe de Tarente.
10	37	»	95 E	Z	Chine.
11	1	S	18 1/2 W	»	Océan Atlantique.
13	60	N	143 »	C	Cartuja, Goettingue et Ottawa. Ressenti sur la côte S. de l'Alaska.
39	63	»	23 1/2 »	»	Cartuja, Graz et D. Jugenheim.
48	35	»	24 1/2 E	Z	
50	22	»	96 E	C	Cartuja, Graz et Zi-ka-wei. Ressenti dans la Haute Birmanie.
51	46	»	27 1/2 E	Z	Roumanie.
59	57,4	»	160 W	C	Cartuja et *i*S Pulkovo.
63	44,3	»	147,9 E	P	N.-E. de l'île de Yéso (Hokkaido.)
73	26,4	»	96 W	C	Mexique.
80	62,0	»	157,3 »	»	Cartuja, D. Jugenheim et Pulkovo. Destructeur à Fairbanks (Alaska).
83	2,6	»	74,5 »	»	Cartuja, Hambourg et Pulkovo.
85	2,1	»	30,3 E	P	Extrémité NE. du Congo belge.
95	4,6	»	28 W	C	Cartuja, Pulkovo et Vienne. Région sismique de Daussy, dans l'océan Atlantique.
97	13,2	»	152,8 E	P	N. des îles Carolines.
117	16,6	»	138,6 E	»	Iles Mariannes.
122	41,6	»	44,0 E	»	Caucase.
136	57,4	»	162 W	C	Cartuja, Hambourg et Pulkovo, Alaska.
145	54,6	»	135,5 »	C	Cartuja, Graz et Hambourg, Alaska.
149	39	»	143 E	P	Ile de Yéso.
150	19	»	85 W	»	Mexique.

(*) C = Cartuja; S = Dr N. Stücker, de Graz; Z = Prof. Dr C. Zeissig, de Jugenheim; P = Pulkovo (M. J. Wilip).

Nos calculs ont été faits par le procédé stéréographique, en utilisant les renseignements des stations citées; ceux du Prof. Zeissig, par sa méthode avec deux ou trois stations aussi; ceux de M. J. Wilip, par la méthode du Prince Galitzin et seulement avec Pulkovo.

A Cartuja et dans la ville voisine de Grenade, trois tremblements de terre ont été ressentis : deux locaux, les n°s 113 (V. F. M) et le 52 (III) et un troisième, le n° 45 (III), dont le foyer doit être plus près de Santafé où il fut violent et produisit de la panique, et où un faible *aftershok*, le n° 46, le suivit peu de minutes après. A Gayena, situé également dans la province de Grenade, a été ressenti le n° 141 (V).

Les autres sismes espagnols sont les n°s 24 de Orihuela et Murcie, le 37 d'Almerie, le 86 d'Ayamonte et Huelva, également ressenti à Séville, quoique plus faiblement, le 115 avec épicentre dans les Pyrénées françaises, mais perçu dans une grande partie du nord de l'Espagne (Saint-Sébastien, Huesca, Saragosse, Veruela, Tortose, etc).

Dans le reste de l'Europe, en plus des tremblements destructeurs cités plus haut, nous avons pu identifier le n° 7, fort dans l'Alemtejo (Portugal), le n° 15 très violent dans l'Albanie et plus particulièrement à Starour, sur le rivage du lac d'Okrida; enfin, le n° 51 destructeur dans une aire très limitée, avec point central par 45°.7 N. 27°.2 E. dans la Roumanie.

Le Continent Noir nous fournit le n° 20, fort au Penon de la Gomera; le 90, violent à Arzew, faible à Oran; le 96, très violent à Bougie, Oued Marsa, moins fort à Tisi-Osau, et le n° 85, très probablement du Congo belge.

Pour terminer cette énumération qui, pour être quelque peu complète, ne devrait être mise au jour que dans trois ou quatre années, nous ajouterons aux épicentres déjà déterminés, ceux des tremblements de terre n° 79, presque destructeur à Taltal (Chili), très violent à Antofogasta, du n° 92, excessivement violent à Guadalaxara (Mexique) et enfin du n° 102, à l'est de Mindanao.

Emm. Mª S. NAVARRO-NEUMANN, S. J.
Directeur de la Station sismologique de Cartuja (Grenade).

LES SIGNAUX SCIENTIFIQUES T.S.F.

La Conférence internationale de l'heure qui s'est tenue à Paris, du 15 au 23 octobre 1912, a consacré deux modes de transmission de l'heure, modes désignés sous les noms respectifs de « signaux ordinaires » et « signaux scientifiques ».

Ces derniers, que nous avons en vue dans cet article, doivent per-

mettre d'atteindre au plus haut degré de précision. Nous verrons donc successivement en quoi consiste l'envoi de ces signaux, leurs buts, leurs modes de réception et les résultats acquis.

Ces signaux ou « battements » scientifiques s'adressent exclusivement aux astronomes et aux géodésiens, comme nous le montrerons plus loin.

En leur essence, ce sont des battements fournis par un pendule, donc ***régulièrement espacés***. Le pendule, à chaque oscillation, ferme pendant un temps très court un circuit électrique en liaison par un relais avec les appareils de transmission d'un poste de radiotélégraphie. Ce poste, par son antenne, lance dans l'espace, à chaque contact, un train d'ondes assez court représentant un point en alphabet Morse. Ces points se succèdent donc à des intervalles rigoureusement exacts et répètent dans les cornets des appareils récepteurs les battements du pendule. Les recherches patientes de M. le commandant Ferrié, directeur des services radiotélégraphiques militaires français, l'ont conduit à un système qui permet de réduire chaque train d'ondes à son minimum de durée, ne laissant passer qu'une seule étincelle à l'éclateur et donnant lieu à des points d'une netteté irréprochable, tout à fait comparables aux battements d'un chronomètre où d'une pendule d'observatoire. L'espacement régulier des points est obtenu en n'utilisant que les contacts donnés à chaque oscillation complète du balancier, ce qui supprime le boittement toujours possible.

L'emploi des battements scientifiques est une application du principe bien connu et si fécond du vernier, la comparaison des pendules et chronomètres, à distance, se faisant par la méthode des coïncidences, méthode imaginée par Borda. Le pendule émetteur a donc une période d'oscillation légèrement différente de celle des instruments à comparer.

Au début de son application, la méthode des coïncidences nécessitait le voisinage immédiat des deux pendules à comparer. L'observateur percevait directement à l'oreille les bruits d'échappement des deux pendules. En même temps qu'il en suivait une, mentalement, en comptant ses battements, il regardait le cadran de l'autre. Les deux instruments ayant des périodes différentes, les bruits d'échappement, séparés à un moment donné par un certain espace de temps, tendent à se rapprocher de plus en plus jusqu'à se fondre en un seul, moment de la coïncidence, pour s'écarter ensuite jusqu'à un maximum d'espacement et se rapprocher à nouveau pour la coïncidence suivante.

L'observateur qui a situé le moment de la coïncidence sur ses deux instruments connaît à cet instant exactement leur état relatif et peut dès lors reporter à l'un la correction connue de l'autre. La précision de l'estimation du moment de la coïncidence est fonction surtout de l'habitude de l'observateur, la facilité de l'opération dépendant principalement de la netteté de chacun des bruits et surtout de la plus ou moins grande égalité de sons produits.

Le voisinage immédiat des deux instruments à comparer n'est pas absolument nécessaire à l'application de la méthode des coïncidences; l'emploi d'un troisième servant d'intermédiaire permet de comparer deux instruments postés en des lieux très éloignés, à condition que l'intermédiaire puisse alors être comparé facilement avec chacun des deux premiers qui étaient inaccessibles l'un à l'autre. Un truchement a ainsi permis d'utiliser la méthode des coïncidences à la comparaison des pendules qui ont servi à la détermination de la différence de longitude entre les Observatoires de Berlin et de Bruxelles en 1857. Une pendule munie d'un contact électrique faisait répéter ses battements aux deux extrémités de la ligne télégraphique par le frappeur de l'appareil Morse. Les battements de l'appareil Morse étaient utilisés simultanément dans les deux postes pour la comparaison des garde-temps, le comptage des battements permettant de remplacer le cadran invisible de la pendule émettrice pour situer le moment de la coïncidence. Le temps de la transmission du courant par le fil et les retards apportés par les relais ont été éliminés pour la plus grande part, par l'emploi de deux pendules émettrices, l'une à Bruxelles, l'autre à Berlin, l'opération se faisant successivement dans les deux sens à chaque soirée d'observation. Nous négligeons dans cette expérience divers facteurs susceptibles d'avoir apporté de l'imperfection au résultat même des opérations en vue (différence de longitude) pour ne retenir que deux faits, la nécessité de deux intermédiaires au lieu d'un, et surtout la difficulté de l'emploi de la méthode des coïncidences à deux instruments ayant des bruits aussi différents, pendule ou chronomètre et appareil télégraphique Morse, et la nécessité d'avoir à sa disposition une ligne télégraphique.

MM. Claude et Driencourt, en 1906, se sont servis de la méthode des coïncidences pour comparer deux chronomètres à distance (Paris-Brest) en adjoignant à la ligne *téléphonique* un circuit microphonique allant aux deux instruments. Des résistances réglables leur ont permis d'avoir dans le cornet récepteur les bruits d'échappement des

deux chronomètres en même temps et avec une même intensité. (*Revue générale des sciences pures et appliquées*, 15 et 30 juillet 1911.)

De leur collaboration avec M. le commandant Ferrié est née la solution vraiment générale, de l'emploi de la T. S. F. pour l'envoi de battements permettant l'utilisation de la méthode des coïncidences à la comparaison des garde-temps à des distances allant aujourd'hui à quelques milliers de kilomètres, et ce, avec l'exactitude la plus complète.

La méthode des coïncidences appliquées à deux pendules dont les durées d'oscillation diffèrent de $\frac{1}{50^e}$ de seconde environ, donne la comparaison de leurs états à $\frac{1}{100^e}$ de seconde près. En diminuant l'écart des oscillations, il est possible d'assurer la comparaison à une fraction inférieure encore pouvant aller à $\frac{1}{200^e}$. Il y a cependant une limite à cette mesure, car si l'on a en présence des instruments dont l'écart d'oscillation devient trop faible, la coïncidence n'existe plus à un moment donné pour un battement, mais bien pour une succession de plusieurs battements entre lesquels il est difficile de choisir auditivement. La précision est donc limitée par ce fait pour la *réception à l'oreille*.

Cet ordre de précision dépasse et de loin les nécessités de la vie courante et n'est de mise que dans les mesures de haute précision exécutées dans les observatoires et par les missions géodésiques. En fait, les battements envoyés par T.S.F. ont trouvé leur première et plus importante application dans la mesure des différences de longitude. Les opérations effectuées entre l'Observatoire de Paris et un poste établi non loin de l'arsenal de Bizerte, ont servi de critérium d'application à grande distance et ont montré que la vitesse de transmission de la T. S. F., de l'ordre de la vitesse de la lumière, supprimait la nécessité de l'emploi de deux intermédiaires. Un seul poste émetteur peut suffire sans nuire à la précision pour autant que la distance des deux postes d'observation ne dépasse pas 1 millier de kilomètres.

Une seconde application, d'ordre direct, des battements scientifiques est d'assurer d'une façon plus certaine la connaissance de l'heure exacte au centre horaire chargé de l'envoi des signaux horaires ordinaires, par la coopération de plusieurs observatoires. Ce service,

organisé en France un bon mois avant la Conférence de l'heure, fonctionne de la façon suivante : tous les soirs, vers 23 h. 1/2, le poste T.S.F. de la Tour Eiffel émet une série de battements d'environ trois minutes de durée, série comprenant 180 battements, mais dont le 60e et le 120e ont été supprimés de façon que le vide laissé puisse servir de repère de comptage. L'Observatoire de Paris, et les autres observatoires français, de même que d'autres observatoires associés, l'Observatoire d'Uccle entre autres, notent les coïncidences des battements avec ceux de leur pendule d'observation, le bruit de ces derniers étant amené dans le cornet téléphonique de réception de l'appareil T.S.F. au travers d'un circuit microphonique. Ce circuit microphonique comprend une bobine d'induction réglable de façon à égaliser les sons des battements T.S.F. et de la pendule, et également un condensateur pour éliminer l'extra-courant de rupture qui causerait un second bruit parasite. L'observateur note au $\frac{1}{10^e}$ de seconde près les heures du 1er et du 180e battements, de même que les moments d'arrivée des battements qui suivent les interruptions dans l'émission, c'est-à-dire les 61e et 121e battements. Les coïncidences, au nombre de trois, pour une pendule à seconde, sont naturellement des nombres exacts de secondes. L'intervalle séparant deux coïncidences consécutives permet de calculer l'intervalle séparant deux battements du pendule émetteur du poste T. S. F.; en effet, la durée d'oscillation était réglée de façon à être légèrement inférieure à la seconde sidérale ($\frac{1}{50^e}$ en moins environ), le nombre de secondes sidérales séparant les deux coïncidences augmenté d'une unité représente le nombre de battements du pendule T. S. F. émis pendant le même temps. Une simple division donne la valeur d'un battement et de là il est facile de calculer l'heure exacte des 60e et 120e battements et de là des 1er et 180e battements en fonction de l'heure de la pendule d'observation, c'est-à-dire finalement, après application de la correction de la pendule déduite des observations, en temps local que chaque observatoire transforme alors en temps de Greenwich par application de sa différence de longitude avec le méridien initial. L'Observatoire de Paris a fait de son côté le même calcul, d'après l'état probable de sa pendule, état déduit d'observations du même soir ou extrapolé, d'après les observations précédentes. Les heures calculées à Paris sont transmises aux autres observatoires par T.S.F., à la suite du signal horaire

de 23 h. 49. La comparaison des nombres calculés et des heures signalées par Paris permet à chaque observatoire d'établir une différence qu'il transmet à Paris en mentionnant si l'heure qui a servi de base aux calculs résulte d'une observation du même soir ou d'un état extrapolé depuis quelques jours. L'Observatoire de Paris, à la réception de tous ces renseignements, est à même de corriger s'il y a lieu l'état prévu pour sa pendule directrice et qui doit servir à l'envoi de l'heure du matin à 10 h. 45. Ce système a l'avantage de faire concourir au maintien de l'heure un nombre beaucoup plus grand de pendules. De plus, la probabilité que l'un des observatoires, au moins, a pu assurer une observation est très grande, vu la répartition de ces observatoires en latitude. De ce fait, les périodes de temps couvert d'assez longue durée dans un lieu déterminé ne sont plus guère à craindre, puisqu'alors d'autres stations plus favorisées sont à même de fournir l'heure journellement.

Bien entendu, la différence de longitude intervenant dans le calcul, il est nécessaire que ces différences soient bien connues. Mais le système des battements, indépendamment des mesures de différence de longitude faisant l'objet d'observations spéciales, comporte dans son économie un moyen de correction des longitudes erronées qui est déjà susceptible d'une bonne précision. En effet, au bout d'un temps relativement court, la comparaison des différences transmises par un observatoire donné montrera par rapport aux états conclus de la pendule directrice de Paris, des différences systématiques dont la moyenne pourra être considérée comme une correction sûre de la longitude employée.

Nous avons dit que l'intervalle séparant deux coïncidences permettait de calculer la valeur du battement émis par T. S. F. La durée de battements actuelle, trois minutes, n'est susceptible de donner que trois coïncidences. Si l'on considère que les parasites atmosphériques peuvent à certains moments masquer complètement une coïncidence et que la proximité de l'interruption peut amener l'observateur a négligé parfois, soit l'un, soit l'autre des phénomènes, il est de toute évidence qu'une plus longue durée de battements était souhaitable; c'est ce que la Conférence de l'heure a reconnu en portant à cinq minutes l'étendue de la série à partir du 1er juillet 1913, la réforme, pour des raisons administratives, ne pouvant être appliquée avant.

Lors des observations de *différence de longitude*, les battements émis sont de même nature mais leur nombre est plus grand. C'est

ainsi que pour les opérations de Paris-Uccle, au cours du printemps et de l'été de 1912, la tour Eiffel envoyait trois séries de cinq minutes chacune. Le nombre de comparaison des deux pendules d'observations est donc beaucoup plus grand et la précision de la moyenne considérablement augmentée. Dans cette détermination Paris-Uccle, la comparaison des pendules a été faite également par des séries de signaux transmis par le télégraphe ordinaire et enregistrés en même temps sur les chronographes des deux observatoires. La discussion des résultats a conduit à la démonstration nette et d'ailleurs prévue, que la précision par l'emploi des battements T. S. F. est de beaucoup supérieure, en même temps que la complication des installations électriques nécessaires est diminuée dans de notables proportions.

L'année 1914 verra l'application de la méthode des battements à une différence de longitude entre Paris et Washington, soit à une distance de 5 000 kilomètres environ.

L'usage des battements est déjà entré dans la pratique aux colonies, dans les opérations géodésiques si importantes dans ces pays neufs.

Un seul poste émetteur fixe combiné à un poste d'observation installé en un lieu de coordonnées connues, permet aux postes itinérants de déterminer leurs différentes stations indépendamment l'une de l'autre et avec une égale précision. L'accumulation des erreurs des anciens cheminements difficilement tempérée par des recoupages d'itinéraires, disparaît dans la nouvelle méthode en même temps que l'incertitude provenant de la conservation imparfaite de l'heure du méridien initial par transport de chronomètre.

***

Comme mesure de la précision de la réception des battements, nous avons dit que la réception auditive pouvait assurer le $\frac{1}{100^e}$ de seconde, moyennant d'avoir au moins deux bonnes coïncidences pour calculer la valeur du battement du pendule émetteur. Une autre méthode de réception permettrait de pousser plus loin les limites de mesure, c'est la réception photographique. Cette méthode a été développée à la Conférence de l'heure par MM. Abraham, professeur, et le R. P. Lucas, du Collège de la Paix de Namur. Tous deux, par des méthodes différentes et relativement simples, sont parvenues à obtenir des photogrammes très nets sur lesquels, moyennant certaines précautions, il

serait possible de pousser la mesure jusqu'au millième de seconde de temps. Un vœu, présenté par M. Abraham, a été admis par la Conférence : *De voir les observatoires et les administrations intéressées mettre à l'étude l'organisation de l'enregistrement automatique des signaux horaires.*

De son côté, M. le R. P. Lucas a présenté dans un bel article inséré dans la *Revue des questions scientifiques*, numéro de janvier 1913, la méthode qu'il a employée et qui lui donne de bons résultats. Il insiste sur les avantages à retirer de ce mode de réception. Signalons, comme avantage important, le fait que sur la réception photographique il est possible d'utiliser indifféremment la méthode des coïncidences par simple examen de l'impression, ou assurer la comparaison par la mesure de l'intervalle de deux battements consignés quelconques l'un T. S. F., l'autre, de la pendule locale. Ce dernier avantage peut avoir, en effet, de l'importance si les parasites atmosphériques rendent l'appréciation des coïncidences douteuses. A notre avis, dans l'état actuel des choses, il est superflu de vouloir pousser la mesure plus loin que le centième de seconde, limite donnée par les instruments méridiens les plus perfectionnés alliés aux meilleurs chronographes. Quant aux instruments employés aux colonies, ils n'assurent guère plus de $0^s,03$ comme précision limite. Dans le cas des colonies aussi, la méthode photographique nécessitant des installations supplémentaires et d'un réglage parfois délicat ne sera pas d'utilisation bien courante.

E. DELPORTE.

OBSERVATIONS

M. G. Smulders nous envoie d'Elisabethville des renseignements complémentaires sur le sisme du 2 novembre 1912 et sur un second enregistré le 26 janvier 1913.

« *Sisme du 2 novembre 1912.* — Mgr de Hemptinne n'a rien ressenti à Pweto (Lac Moero); à Kapivi et à Katretarica, à 300 kilomètres environ au NW. de Kambove, rien non plus, pas plus qu'à Kayoyo, près de Lulua. Dans toutes ces localités, les constructions des postes sont en pisé et auraient sans doute trahi aisément le passage d'ondes sismiques, même peu sensibles.

» *Sisme du 26 janvier 1913.* — En allant remonter, ce matin (27 janvier), les mouvements d'horlogerie, je remarquai qu'hier dimanche,

vers 10 h. 50, t. m. C., les sismographes avaient enregistré une secousse sismique. Un ami et moi nous trouvions ensemble dans une maison (en tôles ondulées, bâtie sur pilotis en bois de 50 centimètres de hauteur) et n'avons rien entendu ni ressenti; nous ne faisions certainement pas de bruit; par contre, une dame qui habite une maison en briques à 150 mètres de là, dit avoir entendu comme le bruit d'un chariot qui passait à côté de chez elle; deux flacons ont vibré sur le marbre de son lavabo. Une personne qui imprimait des clichés avait déposé sur le garde-fou de sa vérandah deux châssis qui, à ce moment, sont tombés.

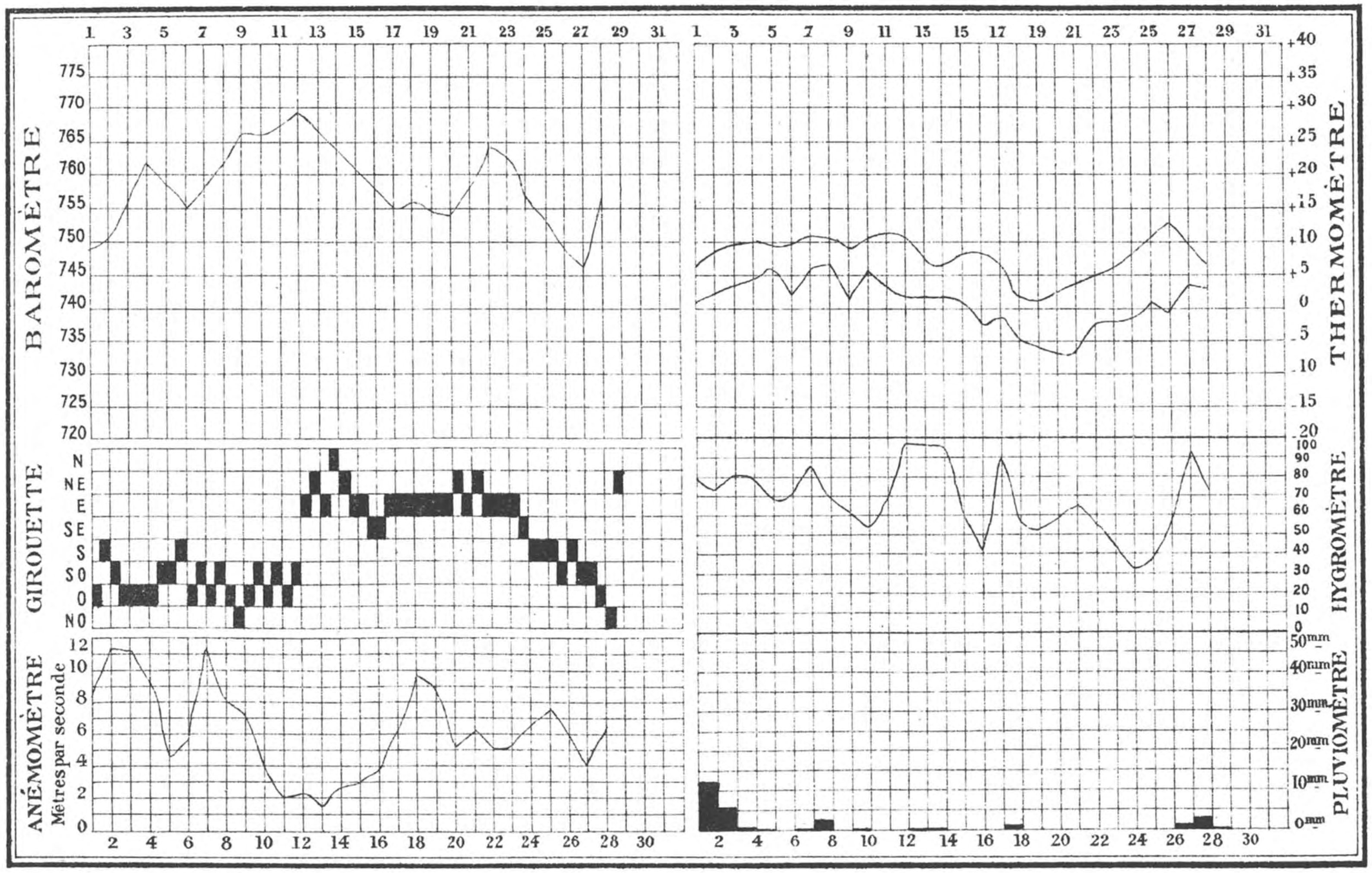
» Une autre personne, habitant tout près de là une maison en tôles ondulées (sur pilotis de 1 mètre de hauteur), a entendu le bruit d'un grondement qui semblait se propager du NNE. au SSW.; il lui a semblé que ce grondement a duré plus longtemps que celui constaté le 2 novembre 1912; en même temps, les carreaux des fenêtres vibraient.

» Il semble que nous avons eu affaire à un sisme rapproché—dont la distance épicentrale serait d'environ 300 kilomètres — et classé comme sisme léger dans l'échelle de Mercalli; la direction du mouvement est SSW. »

M. G. Smulders a publié un article dans le *Journal du Katanga*, dans le but de vulgariser autant que possible la façon scientifique d'observer et pour se préparer partout dans la région des observateurs avertis. M. le gouverneur Wangermée, qui, comme nos lecteurs le savent, a toujours aidé de tout son pouvoir les recherches sismiques au Congo et auquel nous sommes redevables des premières données, appuie de toute son autorité les efforts de M. Smulders, auquel il a demandé également la rédaction d'une circulaire officielle à envoyer aux chefs de poste dans le but de faciliter les enquêtes sismiques.

Il nous faut encore, en terminant, remercier vivement M. G. Smulders de ses communications et M. le gouverneur Wangermée de sa sollicitude.

OBSERVATIONS D'UCCLE — Février 1913



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima. Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

Bulletins mensuels

BULLETIN DU CLIMAT DE LA BELGIQUE (Février 1913)

Observations d'Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	Février 1913
Hauteur barométrique moyenne à midi . . .	752,8mm	758,3mm
Hauteur barométrique moyenne la plus élevée .	762,1	—
Hauteur barométrique moyenne la plus basse .	742,0	—
Température moyenne du mois	2°8	4°4
Température moyenne la plus élevée	7,1	—
Température moyenne la plus basse	—4,1	—
Maximum thermométrique absolu	18,7	13,1
Minimum thermométrique absolu	—18,4	—7,1
Nombre de jours de gelée .	12	10
— maximum . . .	27	—
— minimum . . .	0	—
Vents dominants (proportion sur 100)	SW (29), W (17), E (13), S (13).	E (26), SW (22), W (16), S (12).
Vitesse moyenne du vent .	4,8	6.1
Humidité moyenne à midi .	82,0	67,5
Hauteur totale d'eau recueillie.	47mm	26,9mm
Hauteur maximum . . .	125	—
Hauteur minimum . . .	4	—
Nombre de jours d'eau recueillie	16	13
Nombre de jours d'orage .	0.2	0
— — de neige .	6	2
— — de grêle .	1	0
Heures de soleil (total possible).		280 h. 27
— (total observé). .		120 h. 35
Nombre de jours sans soleil.		5

N. B. — L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. La température moyenne est déterminée d'après les maxima et les minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm1.

Févr. 1913	UCCLE			FURNES			OSTENDE			MAESEYCK			LIÉGE			SPA			ARLON		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	8.0	1.8	4.9	9.0	2.0	5.5	7.6	1.8	4.7	8.0	0.0	4.0	7.5	2.1	4.8	6.0	0.2	3.1	6.1	-1.0	2.5
2	8.7	1.2	4.9	6.4	3.1	4.7	6.3	3.2	4.7	8.8	1.2	5.0	8.8	2.7	5.7	9.0	1.0	5.0	8.0	1.7	4.8
3	7.9	2.8	5.3	8.8	2.0	5.4	8.6	4.7	6.6	8.4	3.9	6.1	8.2	2.5	5.3	7.0	1.6	4.3	6.0	0.0	3.0
4	10.0	7.8	8.9	11.3	7.9	9.6	10.2	3.4	6.8	10.4	8.0	9.2	9.9	8.1	9.0	8.6	6.5	7.5	8.0	4.6	6.3
5	9.8	6.1	7.9	**11.4**	5.1	8.2	**11.8**	5.7	8.7	11.1	4.2	7.6	9.8	7.1	8.4	8.2	5.5	6.8	7.2	3.6	8.8
6	8.1	2 6	5.3	8.6	4.1	6.3	8.3	3.3	5.8	8.3	1.2	4.7	8.8	4.6	6.7	8.0	3.5	5.7	8.6	1.7	5.1
7	10.8	2.5	6.6	11.0	4.8	7.9	11.0	3.3	7.1	11.4	4.3	7.8	10.6	4.8	7.7	10.8	4.6	7.7	8.8	2.6	5.7
8	10.5	6.9	8.7	11.2	6.5	8.8	10.9	7.5	9.2	11.0	8.0	9.5	10.0	7.5	8.7	9.6	5.5	7.5	9.7	2.7	6.2
9	8.6	1.0	4.8	9.1	1.4	5.2	8.8	1.6	5.2	9.0	-0.3	4.3	8.1	1.1	4.6	7.2	-2.0	2.6	6.7	-1.0	2.8
10	7.9	2.7	5.3	8.3	3.1	5.7	8.0	3.8	5.9	9.3	2.0	5.6	9.6	2.2	5.9	9.6	2.0	5.8	7.6	-0.5	3.5
11	11.1	2.9	7.0	9.6	1.0	5.3	9.1	2.1	5.6	**12.1**	0.7	6.4	14.1	1.0	7.5	**13.9**	-1.8	6.0	11.4	1.6	6.5
12	10.8	1.2	6.0	10.8	0.8	5.8	10.3	2.2	6.2	9.4	1.0	5.2	11.0	0.6	5.8	12.8	-1.0	5.9	**13.6**	1.9	7.7
13	7.1	2.1	4.6	8.2	4.2	6.2	8.3	3.0	5.6	8.7	3.2	5.9	7.6	2.2	4.9	9.0	-1.8	3.6	9.5	-1.1	4.2
14	6.8	1.8	4.3	5.9	4.0	4.9	5.9	3.7	4.8	3.9	2.5	3.2	4.1	2.2	3.1	6.8	-2.0	2.4	4.7	-3.3	0.7
15	7.2	1.4	4.3	8.1	3.1	5.6	7.8	1.9	4.8	7.4	-1.5	2.9	6.0	-0.4	2.8	6.0	-1.0	2.5	6.7	-4.6	1.0
16	8.1	-1.9	3.1	5.6	-1.1	2.2	5.3	-0.2	2.5	5.8	-2.8	1.1	7.8	-2.6	2.6	7.0	-2.0	2.5	4.1	-5.5	-0.7
17	6.8	-1.7	2.5	6.2	-1.1	2.5	6.6	-0.5	3.0	5.0	-0.2	2.4	6.0	-1.2	2.4	6.0	-3.2	1.4	3.7	-4.3	-0.3
18	1.5	-5.2	-1.9	3.4	-3.5	-0.1	3.1	-3.1	0.0	2.1	-5.5	-1.7	1.6	-5.0	-1.7	1.0	-6.5	-2.8	1.6	**-8.4**	-3.4
19	0.8	-5.9	-2.6	1.5	-5.0	-1.8	1.3	3.6	-1.2	0.3	-6.5	-3.1	0.7	-5.2	-2.3	0.5	-7.8	-3.7	-1.0	-8.8	-4.9
20	2.4	-7.0	-2.3	2.0	-5.8	-1.9	2.8	**4.6**	-0.9	1.3	-7.9	-3.3	2.6	-5.8	-1.6	3.2	-7.5	-2.2	-0.4	**-8.4**	-4.4
21	3.2	**-7.1**	-2.0	2.2	**-6.0**	-1.9	2.0	4.4	-1.2	2.1	**-9.0**	-3.5	4.6	**-7.2**	-1.3	4.3	**-11.0**	-3.4	2.9	-8.1	-2.6
22	5.3	**-7.1**	-0.9	5.0	-4.9	0.0	4.8	2.1	1.5	4.2	-6.8	-1.3	4.2	-6.4	-1.1	3.8	-8.0	-2.1	4.0	-6.4	1.2
23	4 3	-2.7	0.8	5.3	-4.8	0.2	5.1	2.6	1.4	3.6	-6.3	-1.4	4.3	-4.8	-0.3	4.0	-7.0	-1.5	2.0	-5.6	1.8
24	8.8	-1.9	3.4	7.6	-4.2	1.7	8.0	2.9	2.5	5.5	-5.0	0.2	10.2	-1.8	4.2	9.0	-0.5	4.2	0.8	-6.9	-3.1
25	10.1	-1.8	4.1	8.8	-3.0	2.9	8.4	1.4	3.5	7.2	-5.7	0.7	12.6	0.3	6.4	11.0	0.0	5.5	6.9	-6.1	0.4
26	**13.1**	-1.1	6.0	10.9	-1.0	4.9	11.4	0.4	5.9	10.0	-3.3	3.3	**14.8**	0.6	7.7	13.0	0.6	7.7	13.0	-1.4	5.8
27	10.3	0.3	5.0	6.9	-0.2	3.3	7.7	0.9	4.3	11.7	0.0	5.8	13.3	3.4	8.3	11.2	3.8	7.5	9.3	-2.3	3.5
28	6.9	2.9	4.9	8.4	3.2	5.8	7.2	3.3	5.2	8.3	2.0	5.1	7.6	1.8	4.7	7.0	0.8	3.9	7.5	0.2	3.8

BULLETIN SISMIQUE

Janvier 1913.

Suivant une habitude générale qu'il faut d'ailleurs chaudement recommander, nous donnerons les constantes des instruments, ainsi que quelques renseignements sur les conditions spéciales de la station.

La Station sismologique de Cartuja (Grenade) est située sur une colline de calcaire très dur (tortonien à facies marin) à 768 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer à Alicante, point de départ des mesures altimétriques de l'Institut géographique espagnol. Ses coordonnées sont : $\varphi = 37^o 11'$ N et $\gamma = 3^o 36'$ W. Gr. Le massif rocheux affleure en plusieurs endroits et sert même de support à l'un des sismographes (Omori). Les autres appareils sont simplement fixés aux murs d'une salle située au rez-de-chaussée du Collège Noviciat du Sacré-Cœur, appartenant à la Compagnie de Jésus, mais loin de tout passage un peu actif.

Les sismographes en service sont :

Composantes E. 20° N. (NNW.)

- N° 1.— Bifilaire Cartuja. — M = 425 kg. $T_o = 10{,}0^s$
  A = 104 — ε : 1 = 3,0 — $\frac{r}{T_o^2} = 0{,}004$.
- N° 2.— Cartuja vertical. — M = 87 kg. $T_o = 2{,}8^s$
  A = 115 — $\frac{r}{T_o^2} = 0{,}050$.

Composantes N. 20° W. (NNW.)

- N° 3.— Omori modifié. — M = 106 kg. $T_o = 17{,}0^s$
  A = 33 — ε : 1 = 2, 5 — $\frac{r}{T_o^2} = 0{,}001$.
- N° 4.— Bifilaire Cartuja. — M = 305 kg. $T_o = 7{,}0^s$
  A = 119 — ε : = 3,0 — $\frac{r}{T_o^2} = 0{,}004$.
- N° 5.— Cartuja vertical. — M = 280 kg. $T_o = 2{,}0^s$
  A = 580 — $\frac{r}{T_o^2} = 0{,}100$.

Tous ces instruments sortent des ateliers de la Station sismologique et ont été construits entièrement par des frères coadjuteurs de la Compagnie de Jésus. Ceux qui portent le nom *Cartuja* constituent des sismographes nouveaux par les nombreuses dispositions originales qu'ils comportent, surtout si l'on songe que nous avons changé le levier multiplicateur-inscripteur des bifilaires qui était du type Bosch, pour le remplacer par un autre dispositif de nature à empêcher les *échappades* qui se produisent lors des plésiosismes.

Les signes employés, conformes aux notations Wiechert, adoptées et recommandées par le bureau central de Strasbourg sont : P (*undæ primæ*), première phase préliminaire, ondes longitudinales; S (*undæ secundæ*), seconde phase préliminaire, ondes transversales; L (*longæ*), portion principale, ondes superficielles (lord Rayleigh); M (*maximæ*), les moments successifs des plus grands déplacements du sol, correspondants aux ondes superficielles; F (*finis*), la fin de l'agitation produite par

No I (Janvier 1913). Station sismique de Cartuja (Grenade).

Nº d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Caractère du mouvement	COMMENCEMENT DE P	COMMENCEMENT DE S	COMMENCEMENT DE L	MAXIMUM Heure	MAXIMUM A	MAXIMUM T	C Heure	C T	F	OBSERVATIONS
					h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	μ	s	h. m. s.	s	h. m.	
1	5	ENE	Bif.	I*u*	—	—	18-11,5	18-19-34 + 18-24-52 +	4 6	13 12	—	—	18-54	
2	7	NNW	Cart.	I*ν*	*i*5-14-11	—	5-14-29	5-14-40	2	1,2	—	—	5-14,4	Distance = 140 kilomètres.
3	(7) (8)	ENE	Bif.	I*u*	—	—	23-45	23-52- 4 + 23-54- 4 +	4 10	15 18	—	—	0-15	
4	8	NNW	Cart.	I*ν*	*e*20-36-58	*i*20 38-0	*e*20-39,0	20-41 34	6	8	—	—	20-55	» 560 »
5	9	ENE	Bif.	I*u*	—	—	*e*3-43	3-50,3-	8	18	—	—	4 1/2	
6	11	»	»	»	—	—	14-16	14-30-48 — 14-33- 3 — 14-37- 1 —	21 29 30	15 18 19	—	—	15	
7	12	NNW	Cart.	I*ν*	0-43-40	—	*i* 0-43-43	0-43 47	2	0 6	—	—	0-44 6	» 23 »
8	15	»	»	»	*i*19- 3-13	—	*i* 19-3-33	19- 3-58	—	—	—	—	19- 8,4	» 153 »
9	19	ENE	Bif.	I*u*	*i*(17-18-34)	*i*17-29-15	17-38	17-51-14 + 18- 1-15 + 18- 4-56 +	15 17 18	23 19 16	18-39,0	15	19 1/2	
»	»	NNW	Cart. Om.	»	*e*17-18-27	*i*17 29-14	(17-37)	17-51- 1 — 17-53- 7 —	12 10	23 20	18-35,6	15	19 1/2	» 9730 »
10	20	»	»	»	*e*0- 0-50	*i*0 11-28	0-35,5	0-42,9-	6	15	—	—	0-52	» 9560 » *i* = 0 h. 13 m. 37 s.
11	23	ENE	Bif.	I*r*?	—	—	*e*8-31	8-34,3	3	12	—	—	8-50	
12	»	NNW	Cart.	I*ν*	*i*11-52-59	—	11-53-26	11-53-44	2	0,9	—	—	11-55 9	Distance = 210 kilomètres
13	27	»	Om.	I*r*	—	—	19-56	20- 4,2	5	14	—	—	20 1/2	
14	31	»	Cart.	I*ν*	*e*(1-26-21)	–	*i* 1-26-32	1-27-2	1	0,8	—	—	1-28,3	

le sisme analysé; *i* (*impetus*), début très marqué d'une phase; *e* (*emersio*), début incertain; T = période ou durée d'une oscillation double ou complète en secondes; $\triangle$ = distance épicentrale en kilomètres; C (*cauda*), maximums secondaires. Le temps est l'heure moyenne civile de l'Europe occidentale (ou de Greenwich); μ = micron = millième de millimètre; ? = douteux ( ) indique qu'il semble n'être pas le vrai commencement de la phase indiquée. Dans les mouvements (+) signifie vers le nord (ou l'est) et (—) le contraire.

Les chiffres romains I, II, III indiquent que le graphique obtenu est simplement visible, notable ou très remarquable. Les sous-index qui accompagnent ces chiffres-là sont dus au Dr G. Van dem Borne et signifient : *d* (*domesticus*) = sisme ressenti directement à la Station sismologique comme macrosisme (sensible aux personnes); *v* (*vicinus*) = pas ressenti, avec épicentre à moins de 1 000 kilomètres; *r* (*remotus*), quand l'épicentre se trouve à plus de 1 000 kilomètres et moins de 5 000; et *u* (*ultimus*), quand il est à plus de 5 000 kilomètres.

Pour l'obtention des chiffres donnés aux tableaux, nous avons employé le dépouillement de nos sismogrammes avec toutes les corrections nécessaires, avec les tables Zoeppritz-Geiger et Galitzin. Quand S est bien déterminé, les distances sont données d'après les tables de Zeiszig et dans le cas contraire, le plus fréquent dans les plésiosismes, d'après la formule de Jordan : $x km = 7{,}73\, y^2$, assez précise, surtout pour les distances comprises entre 50 et 250 kilomètres. L'heure nous est fournie par des signaux envoyés par un assistant de l'Observatoire astronomique de Cartuja, environ à 420 mètres de distance, signaux inscrits sur toutes les bandes des sismographes, ainsi transformées en chronographes inscripteurs.

Après cette parenthèse, peut-être un peu longue, mais qui nous paraît cependant nécessaire, nous reviendrons au mois de janvier 1913, assez important au point de vue sismique et dont l'abondance en barosismes a gâté de nombreux graphiques. Le 10, à 20 heures précises, le bifilaire de 425 kilomètres en enregistrait de 7,2 μ d'amplitude avec 7,5 secondes de période, tandis que ceux de 5 à 6 μ ont été fréquents ce jour-là et le suivant et ne manquèrent pas dans d'autres, notamment les 5, 7, 8, 9 et 19. Quand les premiers mouvements ont un rythme rapide, le Cartuja vertical de 280 kilogrammes nous donne bien le moment d'arrivée de P, grâce à son très fort grossissement (1) et aussi parce que sa faible période lui fait enregistrer moins bien les barosismes.

Les quatorze tremblements de terre enregistrés se divisent en huit télésismes et six plésiosismes. Un de ces derniers, le no 4, a été ressenti en quelques endroits de l'Algérie et en particulier à Tiaret où il fut violent, avec six secondes de durée et accompagné de bruits sourds. Le no 14, avec épicentre vers Torrevieja (Alicante), fut aussi sévère et causa de la panique, malgré la solidité des maisons, construites pour résister aux tremblements de terre qui sont dans cette région souvent destructeurs. A Orihuela (25 kilomètres vers l'WNW. de Torrevieja), il réveilla des personnes endormies, produisit du bris de vaisselle, la chute d'une cloison en briques, déjà en

---

(1) Maintenant de 580 fois, avec $r = 0{,}39$, et cela avec une force de restitution de $\frac{280.000}{1 \times 580^2} = 0{,}84$ milligramme par millimètre de déviation de l'extrémité traçante du style. Le frottement que nous pourrions appeler *absolu* (correspondant à une force de restitution de 1 milligramme), serait de 0,34.

Nos d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Caractère du mouvement	COMMENCEMENT DE			MAXIMUM			C		F	OBSERVATIONS
					P	S	L	Heure	A	T	Heure	T		
					h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	μ	s	h m.	s	h. m.	
15	4	NNW	Cart.	I*v*	*i*1-54-53	—	1-55- 1	1-55- 2 1-55- 4 1-55- 9	5 » 6	 1 	—	—	1-57,0	Distance = 62 kilomètres.
16	7	»	Om.	I*u*	—	—	*e* 3-57-	3-58,5 4- 3,5	20 3	48 20	—	—	4-30	
17	14	»	»	»	—	—	16- 4	16- 8,0	6	21	—	—	16-35	
18	»	»	Cart.	I¿*u*?	*i*19-11-15*i*	—	—	—	—	—	—	—	(19-17)	
19	15	»	»	I*v*	*e*19-31-52	—	19-33- 8	19-33-25	—	—	—	—	19-39,7	» = 1020 kilomètres.— *i* = 19 h. 32 m. 42 s.
20	20	ENE	Bif.	I*u*	*e*9-12- 1	*e*9-23- 0	9-32	9-45-30 9-48-26 9-53-19	25 50 32	41 36 24	9-56,0	14	10-20	Distance = 10020 kilomètres.
21	26	NNW	Cart.	I*v*	2-52-13	—	2-52-49	2-53- 2 2-53-14	4 2	1 1/2	—	—	2-55,8	» = 280 kilomètres.
22	27	»	»	»	—	—	*e*16-30-26	16-30-56	1	1 1/2	—	—	16-33	
23	»	»	Cart. Om.	I*r*	*e*16-41- 7	16-44-30	16-46,2	16-48-27 16-52-43 16-53-15	4 5 6	12 8 7	—	—	17-10	» = 1980 kilomètres.

fort mauvais état, en un mot des dégâts insignifiants. A Torrevieja, un autre tremblement de terre, beaucoup plus faible, l'avait précédé, le 28 du même mois à 13 h. 30 m. environ.

Le n° 13 a été très violent à Baku, dont les habitants effrayés ont campé dans les alentours de la ville. Le Prof.-Dr C. Zeissig met son épicentre aux environs des lacs de Van ou d'Urmia.

Les épicentres des tremblements de terre nos 1, 3, 5 et 6, également asiatiques, se trouvent dans l'extrême Orient; le Wiechert de 1 200 kilogrammes de l'Observatoire de Zi-ka-wei a enregistré neuf tremblements de terre depuis 19 heures du 8 jusqu'à 6 heures du jour suivant 9, d'après les renseignements que nous avons reçus du P. H. Gauthier, S. J. Deux des graphiques obtenus sont notables, et correspondent à nos nos 3 et 5. D'après M. J. Wilip, de Pulkovo, les épicentres des nos 1, 3 et 6 se trouveraient respectivement par 18° N. — 109° E., 16° N. — 110° E. et 6° N. — 117° E., points qui se trouvent, les deux premiers dans le golfe du Tonkin et le troisième dans la mer de Jolo', entre le S. de l'île de ce nom et le N de celle de Bornéo.

Février 1913.

Ce mois a été encore moins remarquable que le précédent. Des neuf tremblements de terre enregistrés le plus notable est le n° 20, qui présente des ***reflexes*** très nets et en correspondance parfaite ou peu s'en faut avec les chiffres d'un des tableaux de la troisième partie du mémoire *Über Erdbebenwellen*, des Drs K. Zoeppritz (+) et L. Geiger, Nos chiffres sont : Δ = 1 0020 kms. P_{R_1} = 9 h. 15 m. 44 s.; P_{R_2} = 9 h. 16 m. 4' ; PS = 9 h. 24 m. 47 s., avec *temps du tremblement de terre* = TE = 8 h. 58 m. 44 s. Ce sisme est très probablement asiatique et même peut-être de la Mantchourie, NE. de la Chine ou des îles Kouriles, car son épicentre se trouve seulement à 8 300 kilomètres de Hambourg (Dr E. Tams), mais le manque d'autres renseignements nous empêche de préciser, d'autant plus qu'il donne *e*P en minutes et dixièmes de minute, ce qui montre que cette partie, au moins, du sismogramme, est quelque peu obscure.

Le n° 18 semble un commencement assez fort de télésisme, mais les ondes lentes ne sont pas claires, de même que S, possiblement masqué par les barosismes, assez forts pendant une grande partie du mois.

Depuis le 23 de celui-ci, nous avons commencé à recevoir l'heure fournie par la tour Eiffel, à 1 400 kilomètres de Cartuja ; les signaux se perçoivent très bien, hormis les jours d'orage où ils sont troublés par les décharges lointaines, et aussi quand d'autres postes plus voisins ne gardent pas à ce moment le silence prudent qu'on pourrait leur demander.

EMM. Ma S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de la Station sismologique
de Cartuja (Grenade).

Notes

Le portrait de H. Poincaré. — Le portrait de H. Poincaré, jeune, que nous avons eu la bonne fortune de pouvoir publier en même temps que la sévère et noble biographie du maître due à la plume de M. G. Sarton, ne portait pas de date. Une récente communication que Mme H. Poincaré a fait parvenir à M. Sarton nous en fixe aujourd'hui l'année. Le savant géomètre avait non pas trente mais trente-cinq ans; il était déjà célèbre et ce portrait fut fait pour accompagner un mémoire sur le rôle et la signification des équations aux dérivées partielles de la physique mathématique, daté du 19 mars 1889, et que publia en 1890 l'*American Journal of mathematics*.

Aspect troublé de l'atmosphère en 1912. — Comme complément aux notes parues à cette même place sur ce sujet (1), nous nous permettons de signaler que, si le service météorologique de l'Observatoire et plusieurs observateurs privés et indépendants n'ont rien constaté de ce phénomène, il s'est cependant trouvé quelqu'un de l'Observatoire à qui il n'a pu échapper. C'est M. G. Van Biesbroeck, qui observe assidument au grand équatorial de l'établissement. Cet astronome vient, en effet, de m'apprendre qu'il a été frappé du trouble inaccoutumé de l'atmosphère, et que ce phénomène n'a jamais été aussi bien marqué que l'an passé. Mais comme cela ne l'intéressait pas spécialement, il regrette de ne pouvoir donner des indications plus précises.

« Tout ce que je puis dire, rapporte M. Van Biesbroeck, c'est qu'au cours de » l'été dernier j'ai eu souvent l'impression que je ne voyais pas les étoiles faibles » aussi bien que d'habitude. Je croyais devoir l'attribuer seulement à l'instabilité » des images : une atmosphère agitée, même très transparente, fait toujours dispa- » raître les plus faibles étoiles, dont la lumière s'étale sur une plage plus ou moins » étendue, au lieu de se concentrer en un point net, beaucoup mieux visible, comme » c'est le cas, lorsque l'air est calme. La plupart du temps, l'atmosphère était fort » agitée et je m'expliquais ainsi la disparition ou la faiblesse d'éclat des étoiles dont » j'avais précisément à m'occuper, soit qu'il s'agit des étoiles doubles d'Herschel, » dont les composantes sont en général faibles, soit de la petite planète Eros dont » j'ai eu beaucoup de peine à obtenir des observations.

» Ce n'est que plus tard, par comparaison avec les constatations faites ailleurs, » que je me suis convaincu que mes observations avaient été gênées par quelque » trouble anormal de l'atmosphère; seulement, le ciel ayant été si souvent couvert » et nuageux, il me serait impossible de fixer des dates pour le début ou la fin de la » période troublée et je dois me borner à ces impressions. »

F. BERTYN.

— La *Gazette astronomique* d'Anvers (no 63) nous apprend que M. F. de Roy avait constaté également que, en juillet-août notamment, les étoiles de sixième grandeur n'étaient plus visibles à l'œil nu.

Eruptions volcaniques et troubles optiques de l'atmosphère. — L'idée de rechercher la cause des phénomènes optiques précédents dans la présence inusitée de poussières volcaniques dans les hautes régions de l'atmosphère, doit venir

(1) *Ciel et Terre*, 1912, p. 362; 1913, p. 32.

de suite à ceux qui se rappellent les admirables et curieux crépuscules colorés de la fin de 1883 et 1884, provoqués par les nuages de poussières volcaniques du Krakatau; ces résidus ultra-légers de cendres pulvérisées projetés à une hauteur de plus de 20 kilomètres dans l'atmosphère furent entraînés vers l'est par les vents supérieurs (dénommés depuis vents du Krakatau) et firent ainsi le tour du globe, provoquant dans leur chute lente les phénomènes d'optique colorés qu'étudia si bien le Prof. Kiessling, et dont nous avons rendu compte autrefois dans *Ciel et Terre*. Bien entendu, s'il s'agit ici d'une cause identique, les effets optiques ont été bien différents et les crépuscules notamment beaucoup moins caractéristiques.

L'hypothèse est d'autant mieux justifiée que, comme nous l'avons dit, des phénomènes volcaniques très puissants, accompagnés d'émission de nuages de cendres, se sont produits dans la péninsule d'Alaska, en juin 1912; nous trouvons des détails à leur sujet au dos de *Meteorological Chart of the North Pacific Ocean*, février 1913, publiée par le Weather Bureau (1), sous le titre de « Recent Pacific Volcanic Eruptions and atmospheric phenomena ». La première éruption dont il est parlé dans ce document est celle du Taal (2), à l'île Luzon (du 30 janvier 1911) et sans rapport évidemment avec les phénomènes optiques en question; il en est de même de la seconde, celle du Asama-Yama (8 mai 1911) qu'Omori a étudiée (3); la troisième qui nous intéresse directement est celle du volcan Katmaï, situé sur la côte de l'Alaska, non loin de l'île Kodiak et de son port Saint-Paul. Le document reproduit deux rapports relatifs à l'éruption; l'un émanant du Capt. Perry (Cutter Manning) qui se trouvait à Saint-Paul, à une bonne centaine de kilomètres du volcan; l'autre de M. Carlson, à bord du *Dora*, allant de Unga à Kodiak. De ces deux rapports, il résulte que les projections de cendres et de poussières ont été extraordinairement abondantes; la couche de matériaux recouvrant le sol à Saint-Paul, atteignant 15 à 20 centimètres, à plus de 100 kilomètres du volcan. Les cendres, d'après les analyses faites à Washington, proviennent d'un magma granitique, pulvérisé par la vapeur d'eau.

En juillet, août, septembre et octobre, d'autres éruptions eurent lieu; le 19 août, notamment, il y eut encore des pluies abondantes de poussières volcaniques.

Les vents supérieurs (aux hauteurs entre 20 et 30 kilomètres) auraient donc entraîné ces nuages de poussières vers l'est, avec de grandes vitesses; ce sont eux, s'abaissant vers le sol, qui auraient produit les effets signalés d'abord (dans le temps) par l'expédition suisse (de Quervain) au Groenland et ensuite en Europe.

Il est à regretter que nulle part, en Europe, on n'ait songé à recueillir de poussieres atmosphériques, dont l'examen microscopique aiderait amplement à élucide le problème.

Comète 1912 d (Lowe). — Suivant une note de G. J. Dodwell de l'Observatoire d'Adelaïde (Australie du Sud), insérée dans A. N., 4634, un amateur, M. B. Lowe habitant Laura (Australie du Sud), aurait découvert le dernier jour de l'année 1912 une nouvelle comète. Il est regrettable qu'aucun observatoire n'ait pu confirmer cette découverte, qui doit être considérée comme vraie. Il n'est pas inutile de signaler à ce propos que M. Lowe avait également précédé M. Gale dans la

(1-2) Voy. à ce sujet, dans *Ciel et Terre*, 1912, p. 58, l'article M. V. D. V.
(3) *Bull. of the Imper. Earthquake Investig. Committee*, 1912, t. VI, n° 1.

découverte de la comète 1912 *a*, ce qui n'enlève d'ailleurs rien à celui-ci qui a trouvé l'astre indépendamment et en a donné le premier une position précise, tandis que M. Lowe ne faisait connaître sa trouvaille qu'avec un retard assez conséquent. Le peu d'empressement dont M. Lowe a fait preuve cette fois encore, lui est préjudiciable.

Sa découverte, comme nous l'avons dit, remonte au 31 janvier. Il a pu suivre la comète les 3, 5, 6 et 9 janvier 1913. L'astre était invisible à l'œil nu ou aux jumelles, mais bien visible dans un télescope de 3 pouces. La comète se trouvait au 9 janvier dans la constellation de l'Hydre. L'annonce du phénomène à l'Observatoire d'Adelaïde n'est parvenue que le 7 janvier et accompagnée de documents insuffisants, ce qui a fait que le directeur de l'Observatoire de Melbourne, M. Baracchi, à qui les renseignements avaient été transmis, a jugé prudent, avant de prévenir le bureau central de Kiel, d'avoir des documents plus précis soit de l'auteur de la découverte à qui on les avait réclamés, soit par suite d'une observation à l'observatoire. Les recherches basées sur les premières indications furent vaines, par suite, comme on l'a reconnu après, du fait que M. Lowe, trompé dans ses estimations par des collines bornant son horizon, avait indiqué pour la comète une hauteur beaucoup trop faible. Les cartes qu'il a transmises après, donnant la position de la comète par rapport à des étoiles bien visibles, auraient pu servir de base à de nouvelles recherches qui ont été rendues impossibles par suite du mauvais temps. La position de la comète devenait d'ailleurs de plus en plus défavorable pour l'Observatoire de Melbourne. De ces cartes résultent les positions approchées suivantes :

1912 déc. 30	5 h. 30 t. m. G.	$\alpha =$ 13 h. 18	$\delta =$ — 6°30'
1913 janv. 2	5 h. 30	13 h. 38	— 17°40'
4	5 h. 30	14 h. 7	— 25°40'
5	5 h. 30	14 h. 30	— 29°50'

Le 9 janvier, la comète se trouvait près du « Scorpion ». M. Lowe a vu une queue assez faible. L'espoir exprimé de voir retrouver la comète sur des clichés photographiques qui auraient été pris vers cette date, de la région parcourue, semble très petit. E. D.

Vénus. — Le diamètre et surtout l'aplatissement de cette planète sont très mal connus. Les passages de Vénus sur le Soleil sont des occasions précieuses de recueillir des documents de valeur pour leur connaissance, mais ces passages sont séparés par des laps de temps considérables. Le prochain passage ne doit avoir lieu qu'en 2004.

Dans A. N., 4633, M. V. Ventosa propose d'employer, en attendant ce passage, une méthode qui semble devoir tout au moins augmenter la précision de nos connaissances actuelles. Aux environs de la conjonction inférieure de la planète, celle-ci se présente sous forme d'un croissant lumineux semi-circulaire et très délié. L'angle de position des cornes du croissant varie rapidement aux jours voisins de la conjonction alors que les conditions de visibilité, au moins théoriquement, sont presque inchangées. Il semble donc qu'en procédant à ces époques de conjonction à des mesures de distance des pointes, on ait grande chance de pouvoir assurer la longueur du diamètre avec plus de précision et par suite l'aplatissement.

Les conjonctions inférieures de Vénus se présentant tous les dix-neuf mois environ, un grand nombre de mesures seront possibles avant 2004. La première de ces conjonctions doit avoir lieu le 25 avril prochain. Du 20 au 30 avril l'angle de position variera de 110° environ.

E. D.

Bibliographie

« *Isis* », *revue consacrée à l'histoire de la science.* — En rendant compte en février dernier de l'apparition de cette nouvelle Revue et lui souhaitant la bienvenue dans le monde scientifique, nous avons dit que le bulletin en serait mensuel; c'est trimestriel qu'il fallait dire, et la logique d'ailleurs impose ce mode de publication à une semblable revue, dans laquelle il peut être difficilement question de scinder les articles. Une omission s'est en outre glissée dans le texte de l'article de M. G. Sarton : au chapitre III, 1°, on parle d'ellipsoïdes aplatis suivant l'axe de rotation..., *il faut lire* : ellipsoïdes de révolution.

P. Crépin de Beauregard.— *Guide scientifique du géographe-explorateur.*— 1 vol. in-8° de x-250 pages, avec 102 figures, tables et 2 planches.— Paris, 1912, librairie Gauthier-Villars.— Prix : 10 francs.

Ainsi que l'indique le titre de son ouvrage, l'auteur a voulu faire plus qu'un simple manuel destiné au géographe-explorateur. Il a cherché à justifier les méthodes par le raisonnement; à munir, en outre, ses lecteurs de notions scientifiques indispensables pour résoudre les difficultés imprévues que le hasard ne manque jamais de semer sur le chemin des praticiens de la géographie expéditive.

Sa grande et longue pratique des opérations sur le terrain le désignait tout particulièrement pour être l'auteur d'un travail de ce genre où il expose les méthodes qu'il a lui-même employées et les instruments dont il s'est servi. Il a voulu faire profiter ceux qui viendront après lui de l'expérience qu'il a acquise dans ses nombreuses missions en leur indiquant les points les plus utiles à étudier.

Il a ainsi composé un ouvrage à la portée du plus grand nombre; en effet, même avec peu de connaissances scientifiques, les lecteurs peuvent aborder les sujets qui y sont traités, la rédaction leur permettant de laisser de côté les formules dont ils n'auraient pas besoin; ceux, au contraire, qui désireront quelques développements les trouveront présentés d'une façon qu'il s'est efforcé de rendre élémentaire.

Au point de vue pratique, ce travail permettra à tout voyageur inexercé, mais de bonne volonté, de partir en mission sans avoir recours à personne, car on a rarement la bonne fortune de tomber sur un ami qui, possédant à la fois les connaissances scientifiques, le temps et le dévouement nécessaires, puisse sacrifier un ou plusieurs jours, une ou plusieurs nuits pour enseigner à la fois la pratique des instruments et celle des observations.

En ce qui concerne les opérations de détail, l'auteur s'est contenté de donner quelques conseils pratiques, sans toucher à la topographie, les cours de topographie étant généralement très répandus et très bien conçus en vue de leur mise à la portée de tous. Mais pour ce qui est de la pratique des levés expédiés, l'auteur s'est abstenu d'en parler, car, si ces dernières années un certain nombre d'auteurs très autorisés ont publié des ouvrages sur ce sujet, aucun d'eux n'a fixé de méthode, ce qui se conçoit aisément, puisque les résultats sont proportionnés à la grande pratique des opérateurs.

G. Raymond. — *Les merveilles du monde sidéral.* — Paris, A. Thomas, éditeur.

L'auteur a voulu mettre entre les mains des amateurs d'astronomie un ouvrage qui, en leur évitant de patientes recherches bibliographiques dans des bibliothèques parfois difficilement accessibles au simple amateur sans plus, leur permette de s'initier aux merveilles du Ciel.

Il a donc réuni par *constellations* et pour chacune en particulier, heure par heure d'ascension droite, la liste des étoiles doubles et multiples, des amas et des nébuleuses visibles dans l'hémisphère nord. Une indication bibliographique permet de remonter à la source pour les renseignements détaillés au sujet de l'objet visé.

Le catalogue est, en effet, assez succinct quant à la description de chaque objet; il y avait là une nécessité absolue, pour le but cherché par l'auteur, de donner aux observateurs munis d'un instrument de moyenne puissance une nomenclature claire et précise, un *guide* dans le grand voyage d'exploration du Ciel. A ces observateurs de choisir ensuite leur sujet d'études et, grâce à la source indiquée, de remonter aux travaux les plus complets pour orienter leurs recherches.

Un tel ouvrage manquait en français. Il sera certainement bien accueilli comme tel, d'autant plus que d'un format très pratique, il est le résultat du travail d'un homme qui pour lui-même a connu les difficultés du début de l'initiation et a pu se rendre exactement compte des desiderata à satisfaire. Ce livre a d'ailleurs également bien sa place aux mains des débutants dans les observatoires, pour qui la connaissance RAPIDE du Ciel est très importante. E. D.

Paul Stroobant, astronome à l'Observatoire royal de Belgique. — *Les progrès récents de l'astronomie* (V. — Année 1911).

La littérature astronomique de nos jours est excessivement touffue; il devient difficile à la plupart des astronomes de se tenir au courant de tous les progrès incessants réalisés dans le domaine de l'astronomie, domaine qui ne fait que s'étendre à chaque découverte; le manque de temps, également aussi l'impossibilité d'avoir sous la main la majorité des publications font que chacun, se spécialisant, doit laisser de côté les branches qui ne l'intéressent pas *directement.* Les faits qui semblent avoir très peu de connexion aujourd'hui peuvent être étroitement liés pour la science de demain.

La notice que M. Sroobant fait paraître depuis cinq ans dans l'*Annuaire astronomique de l'Observatoire royal de Belgique* (la présente est annexée à l'*Annuaire* pour 1914) permet à chacun de posseder les résultats principaux des recherches entreprises dans le cours d'une même année pour les différentes branches de l'astronomie. Le travail ardu de dépouillement que s'est imposé l'auteur n'est qu'une partie de la besogne. La coordination et la présentation de la matière dans le style clair et précis qui est familier à l'éminent astronome, les considérations personnelles dont il accompagne maint article donnent à cette notice une valeur qu'apprécie hautement le monde scientifique.

La faveur avec laquelle ont été accueillies les précédentes notices et le désir légitime d'être aussi complet que possible amènent l'auteur à développer chaque année un peu plus, ce dont tous ses lecteurs se féliciteront. E. D.

LES NÉBULEUSES ET L'ORIGINE DES MONDES

LE PROBLÈME COSMOGONIQUE. — Lorsque l'esprit humain, hanté par les visions du télescope et nourri par les découvertes de l'astronomie moderne, quitte la Terre et s'élance dans l'espace sidéral, la vue idéale des millions d'étoiles, des milliards d'humanités gravitant autour d'elles, à jamais inconnues, et des univers, nébuleuses spirales, peuplant la voute céleste au delà de notre voie lactée, l'arrête en un terrifiant vertige : l'épouvantail métaphysique de l'espace et du temps a fait son œuvre. Mais lorsqu'à l'autre pôle des dimensions cosmiqnes, l'esprit considère l'atome qui, suivant Lorentz, n'est qu'un système solaire en miniature, réservoir prodigieux d'énergie, le vertige cesse, mais le système subsiste.

Si les atomes du système solaire libéraient leur énergie, elle suffirait à la radiation solaire pendant 1600 milliards d'années. Si, comme les soleils et comme le radium, les atomes meurent vidés d'énergie, comment sont-ils nés? Comment, à l'origine, toute cette énergie, dont nous vivons, s'est-elle intégrée dans la matière?

Alors le problème cosmogonique apparaît dans toute son ampleur, embrassant à la fois l'infiniment grand et l'infiniment petit, bien différent en tous cas de celui auquel Laplace, manquant de données, avait dû limiter sa recherche il y a un siècle. Il ne s'agit plus de savoir comment des planètes auraient pu se produire aux dépens de l'atmosphère du Soleil préexistant. Ce n'est pas par une vaine présomption de vouloir tout expliquer que nous sommes obligés de sortir du système solaire pour regarder l'univers sidéral : c'est pour y trouver des données que le système solaire, très éloigné de l'état nébuleux, nous dissimule.

Trois méthodes s'offrent à nous pour attaquer le problème cosmogonique :

1° *La méthode intuitive : examen des formes sidérales et recherches des forces cosmiques.* — Les planètes et satellites sont caractérisés par leurs mouvements qui changent à chaque instant la configuration du système solaire tout en assurant sa stabilité relative : ce qui frappe dans les systèmes nébuleux, c'est l'immobilité apparente de leurs formes géométriques, sans doute peu modifiées depuis l'origine et, par suite, capables de nous faire connaître les forces cosmiques initiales que le problème cosmogonique aura à mettre en œuvre.

Le groupe des *nébuleuses amorphes* (Trifid, Orion, Amérika, etc.),

bien loin de révéler par des formes sphériques l'attraction, fait pressentir, par les dislocations radiales de la matière et par la structure en éventail, des *forces explosives ou répulsives*.

Les nébuleuses *filamenteuses* (Cygne, filaments des Pléiades, etc.), comme aussi les routes sombres de la voie lactée mettent nettement en évidence les *forces de translation*.

Les apparitions subites des étoiles nouvelles (Novæ) peuvent aussi être rattachées aux phénomènes de *translation* : car, d'après la théorie de Seelinger et Halm, elles sont dues à la rencontre de deux corps dont l'un au moins est nébuleux. Mais les Novæ offrent aussi le premier exemple des *forces répulsives* agissant dans le monde sidéral. En 1901, la Nova de Persée a émis des anneaux et bandes lumineuses qui s'en éloignaient avec une vitesse décroissante comme s'ils avaient rencontré une résistance de milieu.

Enfin, les *nébuleuses spirales* (Andromède, Grande Ourse, Chiens de chasse, etc.), au nombre de plus de cent mille sur la sphère céleste, portent la trace indéniable de gigantesques tourbillons ayant projeté leurs spires dans une formation centrifuge, c'est-à-dire sous l'influence de forces répulsives.

Groupons synthétiquement les faits dynamiques que nous tirons de l'étude de la géométrie des nébuleuses : la *translation* produit entre des corps nébuleux des *chocs* (analogues à ceux des Novæ) d'où résultent chaleur et radiations. Celles-ci, comme dans les protubérances solaires, sont inséparables de *forces d'expansion thermiques*, de *pression de radiation*, c'est-à-dire de *forces répulsives*. Dans les systèmes nébuleux, où donc se manifeste l'attraction jusqu'ici invisible? Précisément en arrêtant l'expansion radiale de la matière et en fixant le rayon des spires des nébuleuses spirales : dans une note présentée à l'Académie des sciences par M. H. Poincaré (18 mars 1912), nous avons montré que *dans une nébuleuse à radiation centrale, en voie de condensation, la matière obéit aux forces répulsives avant d'obéir à l'attraction*. Mais alors les forces répulsives dont l'action est si évidente dans la géométrie des systèmes nébuleux n'ont-elles pas joué aussi un rôle prépondérant à l'origine du système solaire? Et celui-ci ne devrait-il pas sa naissance à une Novæ comme Halm et moi-même l'avons indiqué en 1905? On le voit, la méthode intuitive permet déjà des vues bien suggestives sur le problème cosmogonique.

2° *Cosmogonie expérimentale.* — Mais voici une seconde méthode pour l'attaquer : c'est la cosmogonie de laboratoire qui, malgré son

titre paradoxal, commence à grouper des expériences d'une haute portée. Si, en effet, les *moyens* employés par la nature pour réaliser un phénomène sont presque toujours différents de ceux que peut employer l'homme, les *forces* qu'elle met en jeu par ces moyens sont identiques à celles du laboratoire parce que la mécanique est une et universelle. Les trajectoires des corpuscules dans les tubes cathodiques sont calculées par les physiciens comme celles des planètes par les astronomes. La balistique terrestre permet l'ignorance de la poudre (c'est-à-dire du moyen); l'explosif est remplacé dans les équations par V_0, vitesse initiale : si la *translation* transforme le problème cosmogonique en un problème de *balistique cosmique*, qu'avons-nous besoin de connaître le moyen employé par la nature pour réaliser cette translation? Imaginons donc une expérience de balistique terrestre capable de produire un résultat cosmique, par exemple, de donner un satellite à la Terre : et nous obtiendrons un schéma dynamique auquel la nature a pu et peut-être dû se conformer dans la segmentation des masses cosmiques.

Pour cela pointons vers le ciel un canon de telle manière que son projectile ait au sommet de sa course au-dessus de l'atmosphère (200 kilomètres environ de hauteur) une vitesse horizontale de 8 kilomètres par seconde. Ce projectile ne retombera pas sur la Terre : il en sera devenu un satellite. Qu'un astronome de Mars vienne à découvrir ce satellite; suivant qu'il partagera les idées de Laplace ou celles de T. See, il pourra nous télégraphier sans fil que la Terre vient de condenser un de ses anneaux nébuleux ou qu'elle vient de capter un astre errant. Imaginations que tout cela! la réalité est que notre satellite résulte de l'action sur une même masse de trois forces successivement prépondérantes, R force répulsive de la poudre, r_+ résistance du milieu atmosphérique rencontrée dans le sens (+) de l'augmentation du rayon; enfin A, attraction de la Terre, c'est-à-dire schématiquement :

$$R + r_+ + A.$$

C'est le même schéma dynamique auquel nous a déjà conduit l'étude des Novæ et des nébuleuses spirales.

C'est encore celui que va définitivement révéler à l'origine du monde la méthode inductive.

3° *Méthode inductive.* — Dans les sciences d'observation, cette méthode groupe les faits du même ordre, les exprime numériquement

et cherche à faire entrer ces nombres dans des formules empiriques d'où l'on remonte à une théorie explicative.

Deux ordres de faits se prêtaient à cette recherche empirique : les rotations planétaires et les distances des planètes et satellites pour lesquelles Bode avait déjà ébauché une loi.

LOI DES ROTATIONS. — Une rotation étant un phénomène du même ordre qu'une révolution, il pouvait y avoir une loi des durées de rotation comme il y a la troisième loi de Képler pour les révolutions. La recherche empirique de cette loi des rotations aboutit, en 1903, à la formule suivante :

$$T = 23{,}73\, a^{-\frac{1}{2}} R^{-\frac{1}{2{,}6}} + 0{,}59\, R d^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

où T est exprimé en heures, a distance au centre en rayons de l'orbite terrestre, R rayon équatorial de l'astre en rayons terrestres, d sa densité par rapport à l'eau, $1 : \alpha$ son aplatissement. Le tableau I montre la précision extrême de la formule appliquée aux planètes : en l'appliquant au Soleil par une intégration du premier terme où l'on tient compte par le coefficient β de la loi de densité interne, on trouve pour la première fois la durée de rotation solaire en partant des deux durées de rotation planétaire ayant servi à déterminer les coefficients 23,73 et 0,59. La rotation trouvée pour Vénus coïncide avec la détermination de Belopolski.

Pour les satellites il paraît certain qu'en dehors de IV de Jupiter et de Titan, il n'y a pas coïncidence entre les durées de rotation et de révolution.

Que nous enseignait la forme de la loi (1)? Cette formule additive à deux termes indiquait le *dualisme* de la formation de chaque astre, le second terme donnant l'expression de la rotation apportée par la *matière satellitaire* dans la zone équatoriale, et le premier terme étant relatif à un *noyau tourbillonnaire*, formé par le laminage de deux nappes concentriques de la nébuleuse primitive (1).

Mais alors, dans chaque système, le rayon a_1 de ce noyau tourbillonnaire était une limite de la distance des planètes (ou satellites). C'est, en effet, ce que révéla la *nouvelle loi exponentielle des distances*.

LOI EXPONENTIELLE DES DISTANCES. — La loi empirique de Bode ($x_n = 0{,}4 + 0{,}3 \times 2^n$) était une ébauche trop imparfaite pour

(1) Voy. pour cette démonstration notre *Essai de cosmogonie tourbillonnaire*.

Tableau I

Loi des durées de rotation directe synodique.

$$T = T_1 + T_2 = 23.73 a^{-\frac{1}{2}} R^{-\frac{1}{2,6}} + 0.59\, R d^{-\frac{1}{2}} \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

	Astres	T_1	+	T_2	=	T Calculé	T Observé	±	c-o	Observations
	Soleil	495 h. $14\beta^{-\frac{1}{2}}$	+	54 h. 13	=	26 j. 1 h. 87	T > 25 j.	±	0	$\beta = 0.75$
						29 18 32	T < 30 j.	±	0	$\beta = (0.75)^2$
Planètes.	Mercure	55.89	+	0 , 100	=	55 h. 59 m. 4	?		»	
	Vénus	28.26	+	0 , 255	=	28 33 9	29 h. (?)			Belopolski.
	Terre	23.73	+	0 , 2511	=	23 58 86	24	—	1 m.	
	Mars	24.516	+	0 , 160	=	24 40 56	24 h. 39 m. 6	+	1 m.	
	Jupiter	4.1208	+	5 , 810	=	9 55 85	9 55 6	+	0 m. 2	
	Saturne	3.2505	+	6 , 996	=	10 14 79	10 14 4	+	0 m. 4	
Satellites.	Lune	(2R = 3470 k.)				31 j. 6 h. 6	29 j. 12 h. 44 m.	+	1 j. 17 h. 8	To Temps de révolution.
	I. Jupiter	(3800 k.)				28 , 7	1 , 75 = To		»	
	II. —	(3200 k.)				24 , 3	3 , 55		»	
	III. —	(5800 k.)				15 , 5	7 , 15		»	
	IV. —	(5300 k.)				13 , 1	16 , 68		»	
	Titan	(4370 k.)				16 , 3	15 , 9		»	
	Triton	(3600 k.)				32 , 1	5 , 9		»	

emporter la conviction des astronomes. Faire $n = o$ et $n = -\infty$ pour trouver les distances de Vénus et de Mercure; ajuster une loi empirique sur la distance de la Terre, alors que celle de Saturne était très inexacte; tout cela semblait bien artificiel dans la loi de Bode. Mais on pouvait, tout en gardant la forme binôme que semblait imposer le terme a_1, rechercher une loi empirique :

$$x_n = a_1 + c^n \quad (2)$$

à 2 paramètres (au lieu de 3) et où les n seraient assujettis à être les entiers successifs à partir de 1.

Voici la loi nouvelle trouvée pour le système solaire :

$$x_n = 0{,}28 + \overline{1{,}883}^{\,n} : 214{,}45 \quad \text{(en unités astronomiques } \gamma \quad (3)$$

Les lois analogues pour les systèmes de satellites sont indiquées dans le tableau II qui fait ressortir la remarquable précision des distances pour tous les satellites situés dans l'équateur de leur planète.

Les nombres C (caractéristiques de chaque système) sont à peu près proportionnels à la racine cubique de l'astre central, d'où il suit que la Lune ne peut être que le quatrième satellite de la Terre. Entre le système solaire et celui de Saturne, la loi des distances établit une correspondance remarquable due à ce fait que l'axe de l'écliptique fait le même angle ds 28° avec la direction de translation vers l'*apex* et avec l'axe de Saturne : x_1, x_2, x_3. donnent les anneaux C, B, A, de Saturne et les anneaux de la lumière zodiacale, x_8 les masses secondaires maxima (Terre-Rhéa), x_{11} les masses maxima (Jupiter-Titan), x_9, x_{10} les astres très petits encore à découvrir dans le système de Saturne. Pour les mêmes valeurs de n les masses dans les deux systèmes sont exprimées par des nombres très voisins; $x_4 = 0{,}3386$ est la distance périhélie de la comète d'Encke où Backlund a admis la présence de matière dont la résistance produit son accélération. Les masses x_1, x_2, x_3, x_4, x_6, expliqueraient bien l'accélération de 38" par siècle du périhélie de Mercure, et Newcomb a été amené à supposer de la matière entre Mercure et Vénus (x_6) pour expliquer certaines inégalités de cette dernière planète.

LE SYSTÈME SOLAIRE PRIMITIF. — De toutes ces précisions, il résultait que la formule (2) représentait bien une loi de la Nature : comment en trouver la démonstration? D'après ce qui précède, le terme $a_1 = 0{,}28$ de la formule (3) devait représenter le rayon du tour-

Tableau II

Loi exponentielle de distribution des planètes et satellites $x^n - a = (x_1 - a)^n$
(*a = rayon du tourbillon générateur*).

Système solaire $x_n - 0{,}28 = \overline{1{,}883}^{\,n}\ \frac{1}{214{,}45}$

	Distances : calculées	Distances : observées	Masses × 10⁶
1 Anneau zodiacal	0,2888	»	
2 Anneau zodiacal	0,2915	»	
3 Anneau zodiacal	0,3065	»	
4	0,3386	»	
5 Mercure	0,3904	0,3870	0,183
6	0,4878	»	
7 Vénus	0,6714	0,7233	2,360
8 Terre	— 1,017	— 1	— 2,998
9 Mars	1,668	1,5236	0,315
10 Cérès, etc.	2,893	2,75	»
11 Jupiter	— 5,201	— 5,2028	— 929,4
12 Saturne	9,546	9,5388	275,7
13 Uranus	17,728	(19,183) rétro	40,5
14 Neptune	33,183	(30,055) rétro	49,4

Système de la Terre $x_n - 0{,}2 = 2{,}897^n$

1	3,097	»
2	8,594	»
3	24,52	»
4 Lune	70,66	60,27

Système de Jupiter $x_n - 0{,}795 = 1{,}7175^n$

1 V	2,5125	2,55
2	3,7447	»
3 I	5,8713	5,933
4 II	9,4964	9,439
5 III	15,7396	15,057
6 IV	26,462	26,486
7	44,876	»
8	76,508	»
9 VI-VII	130,835	160 et 167
10	224,135	»
11 VIII	384,37	357 (rétro)

Système de Saturne $x_n - 0{,}1 = 1{,}311^n$

	Distances : calculées	Distances : observées	Masses × 10⁶
1 Anneau C	1,411	1,2 –1,5	
2 Anneau B	1,819	1,5 –1,96	
3 Anneau A	2,353	1,96–2,3	
4 Mimas	3,054	3,07	0,07
5 Encelade	3,974	3,94	0,25
6 Téthys	5,177	4,87	1,10
7 Dioné	6,756	6,25	1,87
8 Rhéa	— 8,826	8,73	4
9 »	11,540	»	»
10 »	15,098	»	»
11 Titan	— 19,762	20,22	212,8
12 Hypérion–X	25,877	24,5–24,2	»
13 »	33,89	»	»
14 »	44,40	»	»
15 Japet	58,18	58,91	<10
» »	»		
19	171,67	»	
20 Phébé	225,03	214	

Système de Mars $x_n - 0{,}13 = 2{,}57^n$

1 Phobos	2,70	2,70
2 Deimos	6,74	6,74

Système d'Uranus $x_n - 4{,}9 = 1{,}496^n$

1	6,396	»
2 Ariel	7,138	7,04
3	8,245	»
4 Umbriel	9,908	9,91
5	12,390	»
6 Titania	16,105	16,11
7 Obéron	21,66	21,52

billon générateur de notre système. Mais comment aurait-il émis de la matière planétaire dans tout l'écliptique, sinon par l'action de forces répulsives déjà reconnues dans les Novæ et dans les nébuleuses spirales ? Et, d'autre part, comment un tourbillon, théoriquement indestructible, aurait-il pu se détruire, sinon par un *choc* produisant évidemment une radiation subite et des forces répulsives? Ainsi le ***dualisme*** cosmique, imposé par la loi des rotations, apparaissait sous la forme d'un tourbillon BZ et d'une nébuleuse amorphe AA', venant en collision comme dans une Nova. Il était alors facile d'imaginer que le tube-tourbillon par le choc en B en avait dû vibrer comme une corde, présentant à sa surface des centres et nœuds équidistants; qu'émanant des centres avaient dû être chassées par les forces répulsives des nappes concentriques tourbillonnaires (nappes planétaires), et qu'enfin, pour achever la définition du tourbillon solaire, on pouvait admettre que son plan de rotation était parallèle à l'écliptique XOY et son axe la direction de translation du système solaire vers l'apex.

C'est cet ensemble géométrique qui est représenté sur la figure (voy. la légende) qui représente par leurs profils les nappes planétaires dilatées par les forces répulsives jusqu'à l'écliptique.

Quelles preuves avons-nous de la réalité de ces hypothèses ? D'abord sous les seules conditions que dans le milieu nébuleux la résistance était proportionnelle au carré de la vitesse et que le mouvement des molécules dans leurs nappes planétaires était ***hélicoïdal*** comme dans le tourbillon, on trouve que le profil des nappes est une courbe logarithmique d'où il résulte que les distances où ces nappes rencontrent l'écliptique OX sont bien données par la formule (2). La loi des distances est ainsi démontrée.

Pour faire ces calculs, on ne tient pas compte d'abord de la vitesse propre de la nébuleuse négligeable vis-à-vis de la vitesse énorme de la translation du tourbillon qui a été trouvée de 75,000 kilomètres par seconde au moment du choc en B. Cette vitesse est de l'ordre de la vitesse des corpuscules cathodiques. Mais au voisinage de l'écliptique, la vitesse de projection des nappes planétaires, atténuée par la résistance du milieu, est du même ordre que la vitesse de la nébuleuse. Si celle-ci était dirigée d'arrière en avant du plan de la figure, elle sera à un moment donné directement opposée, *du côté* OX *seulement*, à la vitesse tangentielle des nappes. Alors dans ces nappes se produiront du côté OX des tourbillons planétaires dont les axes seront précisément les tangentes aux profils : rien de semblable n'a pu se produire

du côté OX[1], où la vitesse de la nébuleuse est de même sens que la vitesse tangentielle des nappes. Celles-ci apporteront donc rapidement

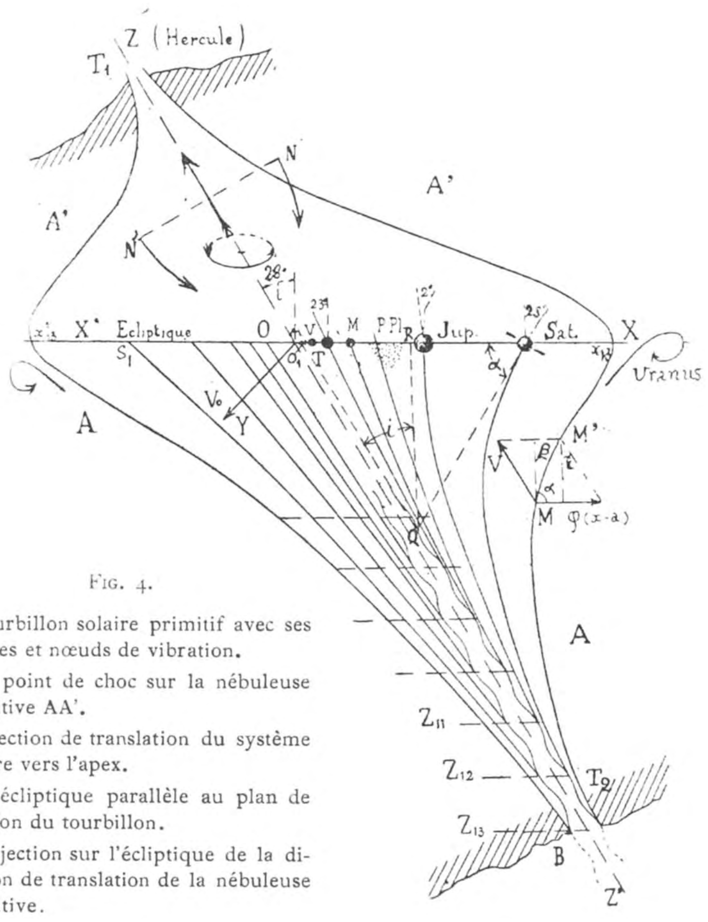


FIG. 4.

BO, tourbillon solaire primitif avec ses ventres et nœuds de vibration.

B, son point de choc sur la nébuleuse primitive AA'.

BZ, direction de translation du système solaire vers l'apex.

XOY, écliptique parallèle au plan de rotation du tourbillon.

V_0, projection sur l'écliptique de la direction de translation de la nébuleuse primitive.

M V T P. pl. J S U, distances où aboutissent dans l'écliptique les profils des nappes planétaires issues des ventres de vibration $Z_5 \dots Z_{13}$.

toute leur matière aux tourbillons planétaires situés vers OX. Voilà résolue l'une des grosses difficultés de la cosmogonie de Laplace qui n'a jamais pu expliquer comment un anneau se condensait en une seule masse.

Loi des inclinaisons des axes planétaires. — Mais en même temps apparaissait une loi insoupçonnée du système solaire qui lie les inclinaisons des axes planétaires aux rayons des orbites et à l'inclinaison de la direction de l'apex sur l'écliptique. Cette loi, qui procure une vérification inespérée de l'hypothèse tourbillonnaire (voy. le tableau III), peut géométriquement s'énoncer comme suit :

A l'origine, les axes planétaires situés dans un même plan qui contient la direction de l'apex, y convergent en un même point Q, situé à 0,28 de la direction de l'apex qui passe par le centre du système.

Tableau III

Loi des inclinaisons (i) des équateurs sur l'écliptique.

$$tg\,i = \frac{4.90 - x}{4.62}\, tg\, 28^{o}$$

x = distance	i calculé	i observé
Terre	24°10'	23°27'
Mars	21°14'	23°17' (Lowell)
150 p. planètes ($x = 2.4284$) .	15°53'	16°40' (les plus rapprochées)
Jupiter	2°1'	2°8'
Saturne	28°6'	28°6'
(Uranus)	121°19'	98° } ?
(Neptune)	109°4'	122° } ?

Si l'on figure dans ce plan de symétrie les aphélies des petites planètes par où elles sont entrées dans leurs orbites, on voit qu'elles y sont disposées en traînées épanouies en éventail et suivant la loi des inclinaisons. C'est la première recherche suivie de vérification qui ait été inspirée par la nouvelle cosmogonie tourbillonnaire (la carte des petites planètes est projetée).

Mais Uranus, avec son axe presque couché dans l'écliptique, semblait échapper à la loi ; par une autre anomalie, son tourbillon générateur dépassait de beaucoup en diamètre celui de toutes les planètes directes. Mais dans la Nature, il n'y a pas d'anomalies : seul, notre esprit est parfois inadéquat à la grandiose simplicité des phénomènes. Regardons dans la figure du système solaire primitif le faisceau des nappes de planètes directes monter rapide dans la nébuleuse relativement immobile : à leur extérieur ce déplacement relatif enroulera la matière en un anneau ou *tore tourbillon*, exactement comme un anneau de fumée sort dans l'air calme d'une cheminée de locomotive

ou d'une boîte à fonds mobile (on fait l'expérience). Or, dans un tore tourbillon, les molécules décrivent des cercles *perpendiculaires au plan de l'anneau* comme la rotation d'Uranus se fait dans un plan perpendiculaire au plan de son orbite.

Voilà tout le secret des faits en apparence singuliers qui caractérisent Uranus.

NOUVELLE THÉORIE DES NÉBULEUSES SPIRALES. — La pierre de touche d'une cosmogonie, qui est déjà capable d'expliquer Uranus, est encore la facilité avec laquelle elle rend compte des formes, mystérieuses jusqu'ici, des nébuleuses spirales. Or, dans les nappes planétaires, la trajectoire des molécules projetée sur l'écliptique est une sorte de spirale logarithmique (1), ayant pour cercle asymptotique le cercle du tourbillon solaire de rayon R = 0,28 u. a. Concevons un système où, à l'inverse du système solaire, l'énergie de rotation domine de beaucoup celle de translation : ce sera une nébuleuse spirale ayant, d'après l'équation trouvée, un noyau de grand diamètre et des spires où l'angle du rayon vecteur avec la tangente part de 90°, près du centre, pour diminuer jusqu'à 45°. Ainsi, les mêmes équations et la même théorie expliquent ces formes et la géométrie, si différente en apparence, d'un système à planètes et d'une nébuleuse spirale.

NOUVELLE THÉORIE DE LA FORMATION DE LA TERRE. — Mais la Terre nous touche de plus près : la cosmogonie tourbillionnaire peut fouiller son passé plus profondément que les géologues. Comme pour les autres planètes, le noyau terrestre, projectile de la balistique cosmique, est lancé dans la direction SN. de ses pôles à travers le milieu résistant de la nébuleuse primitive. Dans sa condensation bipolaire, le noyau plastique sera donc aplati en avant de sa trajectoire (Océan arctique profond de 3,000 mètres) et en pointe en arrière (continent antarctique concentrique au pôle Sud et élevé de 3,500 mètres). Si ce noyau était dépourvu de rotation, les seuls accidents possibles dans sa translation se grouperaient le long de méridiens : mais sa rotation, enrayée plus au pôle Nord qu'au pôle Sud, transformera ces accidents méridiens en lignes de plissements suivant des hélices sphériques, telles que l'hémisphère austral les produirait

(1) L'équation est $R - a = \varepsilon e^{B\Omega}$

en tournant dans le sens direct par rapport à l'autre. Déjà les profils des deux Amériques, ceux de l'Afrique du Sud comparés à l'Afrique du Nord, de l'Australie par rapport à la péninsule indo-chinoise, reproduisent cette disposition générale en hélices tordues dans le sens direct dans les régions sud.

Mais une nouvelle phase de la formation terrestre va commencer : la matière satellitaire, ayant une masse presque égale à la Lune, va en trois ondes distinctes (puisque la Lune n'est que le quatrième satellite de la Terre) se condenser dans la région équatoriale de la Terre, y apportant une rotation seize fois plus intense que la rotation actuelle. La région équatoriale sera donc spécialement disloquée, ayant ses côtes en majorité dirigées parallèlement à l'Equateur, tandis que les hélices sphériques s'infléchiront suivant cette direction.

L'Amérique centrale, Cuba, le golfe de Guinée, les îles de la Sonde, etc., illustrent cette description théorique.

En même temps, sur le géoide primitif, les trois ondes de matière satellitaire vont, à des époques distinctes, se frayer un passage à partir de l'Equateur. Elles refouleront les scories de la croûte primitive d'autant plus loin vers le nord que celle-ci était plus mince : les chaînes Huronienne, Calédonienne, Hercynienne, à peu près concentriques au pôle Nord, sont d'autant plus anciennes qu'elles sont plus près de ce pôle. En outre, ce transport énorme de matière vers le nord a dû laisser des traces : et, en effet, M. Termier et son école ont reconnu les charriages de grandes nappes ***venant du sud***, depuis les Karpathes jusqu'aux Alpes.

Il est facile, en partant de ces mêmes données, d'établir une ***orogénie*** et ***tectonique*** théorique qui expliquent comment les plus hautes chaînes de montagnes sont à une certaine distance de l'Equateur et comment les vaussoirs de la croûte primitive se sont, dans cette embâcle satellitaire, soit empilés en hauteur, soit repliés en plan (l'arc des Alpes, l'S des Karpathes), parce que les cercles des parallèles sont d'autant plus petits que la latitude est plus grande. Une expérience simple faite sur une sphère de poix peut reproduire toutes ces particularités.

CONCLUSIONS. — *Conciliation de l'idée cartésienne des tourbillons avec la doctrine newtonienne.*

En apportant à la fois tant de notions nouvelles sur l'origine des mondes, la formation des nébuleuses spirales, du système solaire et

même de l'atome, la Cosmogonie dualiste et tourbillonnaire suscitera peut-être quelque opposition chez les partisans des théories régnantes, éblouis par la beauté radieuse des mathématiques pures au point de ne plus voir les réalités. Ces doutes, que l'on qualifiera de scientifiques, il importe de les dissiper en répondant à quelques objections.

D'abord, c'est la saine méthode inductive des sciences d'observation qui a conduit à ces résultats nouveaux : c'est la méthode qui a si bien réussi à l'astronomie moderne lorsque Newton a mis en œuvre les lois empiriques de Képler.

Une question peut encore être posée : d'où vient le tourbillon primitif solaire? Ici la réponse est facile : dans la balistique cosmique, le mécanisme se reproduit identique du petit au grand. L'équateur planétaire est la cible plane des tourbillons satellitaires, l'écliptique la cible plane des tourbillons planétaires nés dans les nappes du tourbillon solaire. La Voie lactée est donc la cible plane des tourbillons stellaires ou solaires qui ont dû se former dans des nappes issues du tourbillon colossal de notre Univers, tourbillon analogue à celui qui produit les nébuleuses spirales. Cette synthèse cosmogonique satisfait déjà l'esprit par son caractère d'unité grandiose.

On fera une autre objection : comment l'attraction, *Deus ex machina* de la mécanique céleste, qui détient depuis Newton le monopole explicatif de tous les mouvements de la machine solaire, joue-t-elle un rôle à peu près nul dans la Mécanique des origines? C'est que dans le monde nébuleux primitif comme dans nos tubes cathodiques, l'attraction est une force beaucoup trop faible pour modifier de manière appréciable les mouvements extra rapides des molécules ou des corpuscules, d'ailleurs soumis à des forces répulsives intenses. Une fois de plus se vérifie dans l'histoire des Sciences cette vérité : Les conceptions les plus savantes des théoriciens, *sans le secours de l'observation*, sont toujours au-dessous des puissants moyens réalisés dans la Nature. Il fallait dans l'école de Laplace des millions d'années pour condenser un anneau de la nébuleuse; on discutait sur l'ancienneté relative des planètes; Darwin demandait au moins 60 millions d'années pour réaliser les mouvements actuels de la Lune, excroissance supposée de la Terre. Or, tous les astres du système solaire sont contemporains et leur formation n'a pas pris plus de temps (sauf pour le Soleil) que l'évolution d'une Nova, c'est-à-dire moins de deux ans.

Enfin, on répètera après Voltaire et d'Alembert que les tourbillons cartésiens sont ridicules; c'est Newton qui, dans le feu de sa géniale

découverte, a jeté sur eux l'anathème, sans prendre garde que son raisonnement (qualifié de magistral par Faye) suppose implicitement un seul corps originel et s'évanouit dès qu'on considère un dualisme primitif. Le dualisme qui préside à la naissance des êtres dans les règnes végétal et animal se révèle aussi comme nécessaire à l'origine des êtres cosmiques. Le dualisme primitif de la nébuleuse et du tourbillon n'aurait pas étonné Descartes qui ne voit partout dans la Nature que le dualisme : *matière* et *mouvement*. Mais les partisans de Newton comme ceux de Descartes trouveront dans la proposition suivante le moyen de mettre fin au conflit séculaire qui les divise et qui a retardé de près de trois siècles les progrès de la cosmogonie : « Tout système sidéral a dans son existence deux phases succédant insensiblement et rapidement l'une à l'autre : la *période cartésienne ou tourbillonnaire* très courte, caractérisée par les grandes vitesses, la prépondérance des forces répulsives, la détermination des formes géométriques du système et la dispersion radiale de ses masses; et la *période newtonienne* où la résistance du milieu de la nébuleuse ayant augmenté les masses des molécules et atténué leurs vitesses, arrête leur dispersion radiale et fait ainsi définitivement prédominer l'attraction sur toutes les autres forces primitives.

ÉMILE BELOT,
Ancien élève de l'École Polytechnique,
Ingénieur, Membre du Conseil de la Société Astronomique de France.

LES ALIZÉS ET CONTRE-ALIZÉS SUPÉRIEURS

Le Dr W. van Bemmelen, directeur de l'Observatoire de Batavia (Java), a fait depuis 1908 des séries d'observations très importantes sur l'aérologie de cette région du globe, qui est, comme on le sait, sous les tropiques. Des ascensions de ballons-sonde lui ont donné la pression, la température et l'humidité de l'atmosphère jusqu'à l'altitude de 30 kilomètres, tandis que des ballons pilotes, repérés par la méthode des deux théodolites, fournissaient la force et la direction des courants atmosphériques.

La plus grande altitude fut atteinte par un ballon pilote, le 12 septembre 1912; elle était de 30800 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les résultats obtenus, classés par kilomètres de hauteurs sont réunies dans le tableau suivant (n° I) :

TABLEAU I

Hauteur en kilom.	Direction et vitesse du vent		Noms	Hauteur en kilom.	Direction et vitesse du vent		Noms
0,3	S.	6 sem.	Alizés	17,5	E. 42 S.	7 sem.	Alizé supérieur
1	E. 17 S.	2 »		18	E. 8 S.	1 »	
2	E. 4 N.	5 »					
3	E. 14 S.	5 »		19	W. 17 S.	10 sem.	Grand vent d'ouest
				20	W. 12 S.	12 »	
4	E. 23 N.	5 sem.	Contre Alizés	21	W. 13 N.	11 »	
5	E. 15 N.	6 »		22	W. 30 N.	16 »	
6	E. 20 S.	9 »		23	W. 7 S.	12 »	
7	E.	7 »					
8	E. 42 N.	12 »		24	S. 9 E.	8 sem.	
9	E. 25 N.	17 »					
10	E. 8 N.	11 »		25	E. 81 N.	5 sem	Vents du Krakatoa
11	E. 18 N.	14 »		26	E. 20 N.	7 »	
12	E. 57 N.	13 »		27	E. 43 N.	9 »	
13	E. 47 N.	16 »		28	E. 2 S.	11 »	
14	E. 28 N.	23 »		29	E. 11 S.	19 »	
15	E. 21 N.	19 »		29,5	E. 6 N.	40 »	
16	E. 54 N.	13 »		30	E. 8 N.	33 »	
17	E. 20 N.	9 »		30,5	E. 9 N.	34 »	

Tel est le tableau publié par le D^r van Bemmelen lui-même dans la *Nature* (London) et dans la *Meteorologische Zeitschrift* 1912 avec les noms choisis par lui. En calculant la moyenne de chacune des sections distinguées, on parvient à un résultat intéressant (tableau II).

TABLEAU II

Hauteurs en kilomètres	de la direction des vents	de la vitesse des vents	du courant atmosphérique (direction et vitesse)
1 (0,3) à 3	E. 9 (E. 29 S.)	4 sem. (4,5 sem.)	W. 28 N. (W. 35 N.)
4 à 17	E. 24 N.	12 »	W. 28 S.
17,5 à 18	E. 25 S.	4 sem.	W. 46 N.
19 à 23	W. 1 N.	12 »	E. 4 S.
24	E. 81 S.	8 sem.	W. 81 N.
25 à 30 (30,5)	E. 21 N. (E. 18 N.)	14 » (20 sem.)	W. 7 S. (W. 8 S.)

Le tableau II montre une triple répétition des conditions d'alizé et de contre-alizé. Cette répétition ne concerne pas seulement les directions, mais aussi les vitesses moyennes du vent. Le grand vent d'ouest, de 19 à 23 kilomètres, peut donc prendre avec vraisemblance le nom de

contre-alizé supérieur et le vent à peu près d'est à 24 kilomètres, le nom d'alizé suprême. Le vent de Krakatoa serait alors le contre-alizé suprême. On parvient ainsi à la représentation schématique que donne le tableau III.

TABLEAU III

Hauteurs en kilomètres	Noms des vents	Limites inférieures
25 à 30,5	Contre-alizé suprême	
24	Alizé suprême	
		23 kilomètres
19 à 23	Contre-alizé supérieur	
17,5 à 18	Alizé supérieur	
		17 kilomètres
4 à 17	Contre-alizé	
0,3 à 3	Alizé	
		0 kilomètre

On se rappelle que vers 17 kilomètres se trouve dans les régions équatoriales la limite de la troposphère et vers 23 kilomètres celle de l'atmosphère exempte d'hydrogène. Ce sont là deux surfaces de séparation aussi importantes que la surface de la terre ferme elle-même. Il semble permis de leur attribuer des capacités pareilles de rayonnement d'absorption et de réflexion de rayons solaires spécifiques.

Est-ce à cause de cela qu'on retrouve au-dessus de chacune de ces surfaces les conditions de la formation d'un alizé et d'un contre-alizé spécifiques?

L'unique sondage atmosphérique du 12 septembre 1912 ne peut pas donner une réponse complète à cette question.

W. KREBS.

(Schnelsen, Holstein.)

SUR LA DISTRIBUTION DES ÉTOILES D'APRÈS LEURS COULEURS

En 1911 parut à l'Observatoire du Vatican un catalogue des couleurs de 2,880 étoiles. Ces couleurs ont été estimées pour la première fois, par le R. P. Sestini, S. J., dans les années 1844-1846. Le directeur actuel de la Specola Vaticana, le R. P. Hagen, S. J., reprit le manuscrit et se mit à réobserver toutes ces étoiles.

L'estimation des couleurs par Sestini s'était faite d'après une échelle verbale. Il dit, par exemple : *Azzurra giallognola*, *rancia*

tend a rossa, gialla arancia foschetta... Une pareille échelle présente plusieurs inconvénients dont le plus grave est qu'elle ne peut pas être universelle, surtout pour l'expression des nuances. Le P. Hagen, pour la réobservation, en a adopté une autre, infiniment plus pratique et plus universelle.

Partant du fait que de loin la plupart des couleurs d'étoiles sont renfermées dans les limites du blanc-bleuâtre jusqu'au rouge foncé, passant par le jaune, il établit quatre degrés fondamentaux. Il appelle le blanc sans aucune autre nuance 0, il appelle le jaune pur 3, l'orange pur 6, le rouge pur 9. Toutes les nuances sont données par les chiffres intermédiaires. Il arrive ainsi à un système de douze degrés, dont voici le tableau :

—2 = bleuâtre-blanc	4 = jaune-orange
—1 = blanc-bleuâtre	5 = orange-jaune
0 = blanc pur	6 = orange pur
1 = blanc-jaune	7 = orange-rouge
2 = jaune-blanc.	8 = rouge-orange
3 = jaune pur	9 = rouge pur

Pour l'observateur, retenant dans sa mémoire seulement les degrés 0, 3, 6, 9, il est de telle sorte très facile de former les degrés intermédiaires. Les résultats obtenus à l'aide de cette échelle par le P. Hagen concordent remarquablement bien avec ceux du P. Sestini.

Les 2880 étoiles, prises dans le catalogue de Baily, sont, à quelques exceptions près, situées entre —30° et +50° de déclinaison. Elles dépassent rarement la sixième grandeur.

*
* *

C'est sur cette publication que nous nous sommes basé, pour chercher s'il existe une certaine régularité dans la distribution sur la sphère des étoiles des différentes couleurs.

Pour ne pas nous perdre dans le détail, nous avons formé des douze degrés de Hagen trois groupes. Nous avons réuni ensemble les degrés:

— 2
— 1
0 } étoiles blanches
1
2

3 }
4 } étoiles jaunes
5)
6)
7) étoiles rouges
8)
9)

Ce groupement est sans inconvénient, puisque les degrés —2, —1, 0 se rencontrent assez rarement, de même que les degrés 7, 8, 9. Les étoiles blanches et rouges présentaient le plus d'intérêt et, en conséquence, c'est sur elles seules que nous avons fait notre recherche.

Prenant pour base de division de la sphère les cercles horaires, nous nous sommes efforcé de compter pour chacun des secteurs, renfermés entre deux cercles horaires successifs, le nombre d'étoiles du premier, puis du troisième groupe. Cela nous donnait 24 valeurs absolues pour chacun des groupes. On a réduit à 100, pour pouvoir comparer les chiffres des secteurs entre eux, le nombre absolu de chaque secteur.

Voyez ci-contre le tableau qui contient les résultats de ce dénombrement.

Si, à l'aide de ce tableau, nous construisons un diagramme en portant en ordonnée le nombre rapporté à 100 des étoiles blanches et rouges, et en abscisse les secteurs renfermés entre deux cercles horaires successifs, nous obtenons la figure suivante :

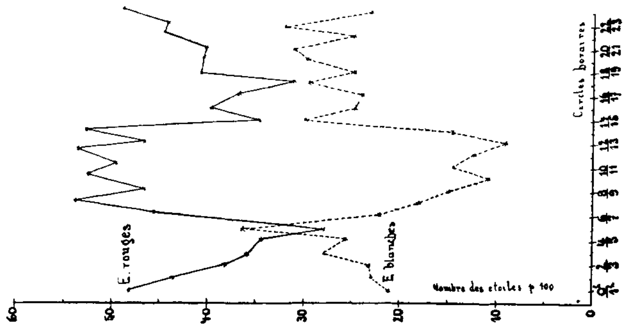


Fig. 5.

Le diagramme montre immédiatement une allure symétrique des deux courbes. Aux maxima d'étoiles blanches correspondent des

*A*I	Σ	ÉTOILES ROUGES		ÉTOILES BLANCHES	
		NOMBRE ABSOLU	°/o	NOMBRE ABSOLU	°/o
H. H.					
0— 1	112	55	49.1	24	21.4
1— 2	115	51	44.3	27	23.5
2— 3	114	44	38 6	27	23.5
3— 4	109	39	36.6	31	28 4
4— 5	140	48	34.3	36	25.7
5— 6	161	45	27.9	60	37.3
6— 7	124	57	45.9	28	22.5
7— 8	107	58	54.2	19	17.7
8— 9	113	53	46.9	17	15.0
9—10	98	52	53 0	11	11.2
10—11	199	55	50.5	16	14.7
11—12	79	43	54.4	10	12.6
12—13	108	51	47.2	9	8.5
13—14	99	53	53 0	15	15.0
14—15	105	37	35.2	32	30.5
15—16	127	51	40.2	32	25.2
16—17	116	43	37.1	29	25.0
17—18	127	40	31.5	38	30.0
18—19	125	52	41.6	31	24.8
19—20	157	64	40.8	47	30.0
20—21	134	54	40.3	43	32.1
21—22	117	53	45.3	30	25.6
22—23	136	60	44.1	45	33.1
23—24	119	59	49.5	28	23.5

NOTE.—*A*I = Cercles horaires.
Σ = *Toutes* les étoiles de ***toutes*** les couleurs renfermées entre les deux cercles horaires correspondants.

minima d'étoiles rouges et vice versa. Ces maxima et minima à leur tour sont distribués d'une manière curieuse :

Étoiles rouges	Étoiles blanches
Max. : 23 h. — 24 h.	Min. : 0 h. — 1 h.
» 11 h. — 12 h.	» 12 h. — 13 h.
Min. : 5 h. — 6 h.	Max. : 5 h. — 6 h.
» 17 h. — 18 h.	» 18 h. — 19 h.

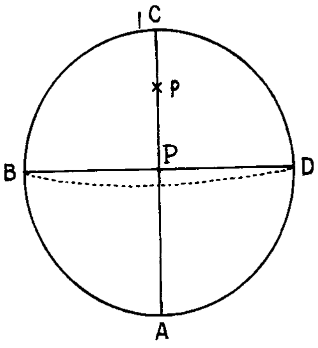


Fig. 6.

Les quatre secteurs qui se font remarquer par la présence des maxima et des minima sont donc deux à deux presque diamétralement opposés.

Examinons ce résultat d'un peu plus près. Pour cela, soit ABCD l'hémisphère nord, projeté normalement sur un plan qui coupe l'équateur. P sera alors le pôle nord. Soient AP, BP, CP, DP respectivement les cercles horaires o h., 6 h., 12 h., 18 h. La ligne pointillée représentera la voie lactée. En consultant le petit tableau ci-dessus, nous trouvons :

Dans la	région	AP :	maximum	d'étoiles	rouges.
»	»	CP :	»	»	»
»	»	BP :	»	»	blanches.
»	»	DP :	»	»	»

Or, ABCD représentant l'équateur, *p* est la situation approchée du pôle galactique.

AP + CP n'est donc autre chose qu'un cercle horaire galactique, lequel se distingue par un maximum d'étoiles rouges.

BP + DP, d'autre part, coïncide à peu de chose près avec la voie lactée. Nous trouvons donc là une accumulation prononcée d'étoiles blanches. Ce dernier fait est une nouvelle confirmation de ce que nous lisons dans *Miss Clerke's Problems in Astrophysics.*

P. 196 : « Helium stars are not equally scattered over the sphere. Their condensation towards the plane of the milky way, first noticed by Pickering (A. N., 3025) was strongly emphasised by Mc Clean's southern survey » (*Spectra of southern Stars*, p. 3).

Et p. 543 : « That white stars largely preponderate in't Milky way, is a fact made evident by Kapteyn's discussion of the Cape Durchmusterung photographs » (*Annals of Cape Obs.*, III, 22).

* * *

Comme nous l'avons déjà remarqué plus haut, presque toutes les étoiles du catalogue Sestini-Hagen sont comprises entre les déclinaisons — 30° et + 50°. Il serait donc désirable que les estimations de couleurs soient continuées jusqu'au pôle nord et aussi sur tout l'hémi-

sphère sud. Ces observations ne nécessitent pas de grandes ressources en fait d'instruments; elles exigent seulement une habitude, aisément acquise, de l'estimation des couleurs. Elles sont fort à recommander à tous les amateurs en possession d'une petite lunette équatoriale. Mais il serait très intéressant aussi d'étendre, à l'aide d'instruments plus puissants, les estimations de couleurs jusqu'aux étoiles de neuvième et dixième grandeur.

Ces recherches pourraient être utiles en nous permettant peut-être une pénétration plus profonde dans la structure de notre système stellaire.

PAUL NASHAN, S. J.

LA THÉORIE DE LA CHUTE DES GRAVES

1.—Nous nous proposons, dans ce travail, de développer la théorie de la chute des corps. Certes, cette théorie est bien connue; sous sa forme définitive elle est même devenue classique. Une exposition didactique ne présenterait donc que peu d'intérêt. Aussi préférons-nous esquisser à grands traits l'évolution historique du problème, sans nous interdire çà et là une petite incursion dans les domaines voisins (1).

Les lois élémentaires de la chute des corps, spécialement l'accélération du mouvement et l'influence de la résistance de l'air, étaient connues dès la plus haute antiquité. Leur explication mécanique ou cosmologique a constitué la partie primitive de la théorie de ce phénomène. Plus tard, des considérations théoriques ont fait prévoir diverses perturbations du mouvement, et des observations précises ont, dans certains cas, montré l'exactitude de ces prévisions. La simplicité du phénomène n'est donc qu'apparente. Pour en découvrir les lois, il faudra disséquer le fait physique de la chute des corps en faits mathématiques plus simples qui se déduiront les uns des autres par des modifications graduelles. C'est en somme une application de ce

(1) On consultera utilement, au sujet de l'évolution historique de la théorie exposée, les ouvrages suivants :

DUHEM, *Les origines de la statique*, Paris, Hermann, 1905-1906.

DUHEM, *La théorie physique*, Paris, Chevalier et Rivière, 1906.

MACH, *La mécanique*, Paris, Hermann, 1904.

Nous leur avons emprunté, surtout aux ouvrages de M. Duhem, de nombreux détails.

que Mach a appelé le *principe de continuité*, principe que l'on retrouve lorsqu'on étudie l'évolution historique de toutes les sciences physiques.

Quand on étudie un phénomène, on peut se demander pourquoi et comment il se produit. La première question est celle du philosophe; la seconde, celle du physicien. Nous retrouverons ici les deux faces du problème, abordées simultanément par les penseurs de l'antiquité.

2.—La réponse à la première question se confond avec les théories explicatives de la gravité. Les anciennes cosmologies expliquaient la nature *a priori*. Parmi ces explications arbitraires, nous retiendrons d'abord la doctrine atomiste. Celle-ci prend sa source dans l'école Ionienne, est développée par Démocrite d'Abdère, Leucippe, Empédocle. Elle trouve son plus bel exposé dans le *de rerum natura* de Lucrèce. D'après cette doctrine, le hasard préside au mouvement des atomes crochus et, par conséquent, à la chute des corps. S'occupant en passant des opinions d'Aristote, Lucrèce nie que tous les corps tendent vers le centre du monde.

D'après le Stagyrite, le centre de la terre, qu'il suppose sphérique, coïncide avec le centre de l'univers. Tout grave tend de même à faire coïncider son centre de gravité avec ce dernier point. C'est ce que les philosophes médiévaux exprimaient en disant que tout corps cherche son lieu. Cette théorie se trouve en germe dans les écrits d'Aristote. Elle fut développée par les Scolastiques et particulièrement par Albert de Saxe. En montrant que les corps graves tendent vers le centre de la terre et non vers le centre de l'univers, les découvertes de Copernic et de Képler modifièrent profondément cette doctrine. La gravité, dit Képler, est une affection corporelle mutuelle entre corps parents qui tend à les unir et à les conjoindre. Cette conclusion parut longtemps paradoxale. Jusqu'au XVIIe siècle, nombre de philosophes se refusèrent à admettre qu'un corps lancé de la Lune retomberait sur cet astre, si sa vitesse initiale était suffisamment petite.

La définition de Képler contient en germe le principe de l'attraction universelle. Galilée a exprimé une idée analogue en disant que le centre de gravité des corps pesants tend à se réunir au centre de la Terre. Cette proposition lui a fait pressentir le principe suivant sur lequel on peut faire reposer toute la statique des corps pesants : un ensemble de corps pesants est en équilibre lorsque le centre de gravité de cet ensemble se trouve le plus près possible du centre de la Terre.

Mersenne donne cette définition de la gravité (*Mechanicorum Libri*,

p. 4) : « La gravité est cette vertu du corps grave, par laquelle il tend et s'efforce vers le bas. Elle semble découler de l'appétit qui porte le grave vers sa propre conservation ; certains, cependant, préfèrent supposer que la descente des corps graves provient d'une qualité attractive appartenant à la Terre, cette qualité étant, soit magnétique, soit d'autre nature. »

En réalité, les explications données, pas plus que les commentaires étendus qui leur ont été consacrés, n'ont rien expliqué de ce qui était en question. Des tentatives plus scientifiques ont été faites par Huygens, Descartes, et de nos jours par Riemann, Isenkrahe, Föppl, Wien. On peut même mentionner, à côté de ces recherches, la vieille théorie magnétique de la gravité de Gilbert. Mais ce ne sont là que de brillantes spéculations qui n'ont pas fait leurs preuves.

3.—La théorie physique de la chute des corps, c'est-à-dire l'étude des lois de ce phénomène, s'est développée depuis les premières recherches d'Aristote, indépendamment de toute cosmologie. Nous allons l'exposer brièvement.

(A suivre.) CHARLES FRANÇOIS.

Procès-verbaux des Séances

SÉANCE MENSUELLE DU 1er FÉVRIER 1913

PRÉSIDENCE DE M. A. FLAMACHE, VICE-PRÉSIDENT.

Le procès-verbal de la séance du 18 décembre 1912 est lu et approuvé.

M. le Trésorier fait rapport sur la situation financière de la Société pendant l'année 1912.

M. E. Delporte développe sa communication sur l'emploi des battements T. S. F. pour la transmission scientifique de l'heure. Il rappelle l'application qui a été faite des battements électriques avec fil et montre que les battements T. S. F. les remplacent avantageusement. Il indique la grande précision que le procédé permet d'atteindre, en particulier dans les déterminations de longitude.

Cette communication sera reproduite au *Bulletin* (Mars).

---

(1) *Ann. mét. pour 1908*, p. 282, 293 et 297-302.

(2) D'après VANDERLINDEN, *Ann. mét. pour 1912*, p. 148.

M. Van Biesbroeck fait l'exposé d'un dispositif intéressant qu'il a imaginé pour pouvoir déterminer avec rapidité et exactitude les moments et les positions d'occultation pour Uccle en se basant sur les données de la *Connaissance des temps* pour Paris et du *Nautical almanac* pour Greenwich.

Ces déterminations qui autrefois nécessitaient des calculs longs et compliqués, ne demandent plus actuellement, grâce aux moyens ingénieux combinés par M. Van Biesbroeck, qu'un temps relativement court. La précision du résultat est aussi notablement améliorée, ce qui est prouvé par l'expérience.

La communication de M. Van Biesbroeck sera insérée au *Bulletin*.

La parole est ensuite donnée à **M. De Brandner** qui annonce que l'administration des télégraphes, dans le but visible de fixer la jurisprudence sur ce point, a intenté des poursuites judiciaires contre un particulier qui avait installé un poste de T. S. F. et se livrait sur ces appareils à des recherches scientifiques.

Il est à souhaiter, dit le conférencier, que dans l'intérêt de la science on ne puisse empêcher des particuliers de se livrer à des expériences et des recherches sur un point de physique si captivant, dans lequel il semble qu'il y a tant à faire.

M. De Brandner signale ensuite les services importants que la T. S. F. pourrait rendre pour l'étude de l'atmosphère et la prévision du temps, pourvu que les postes d'observation soient suffisamment nombreux et organisés. Il donne à ce sujet lecture d'une note qu'il a reçue de M. Durocquier et formule le vœu que la Société belge d'Astronomie provoque l'organisation de postes récepteurs de T. S. F. pour l'étude de l'atmosphère.

M. Flamache remercie vivement les conférenciers de leurs communications substantielles et intéressantes.

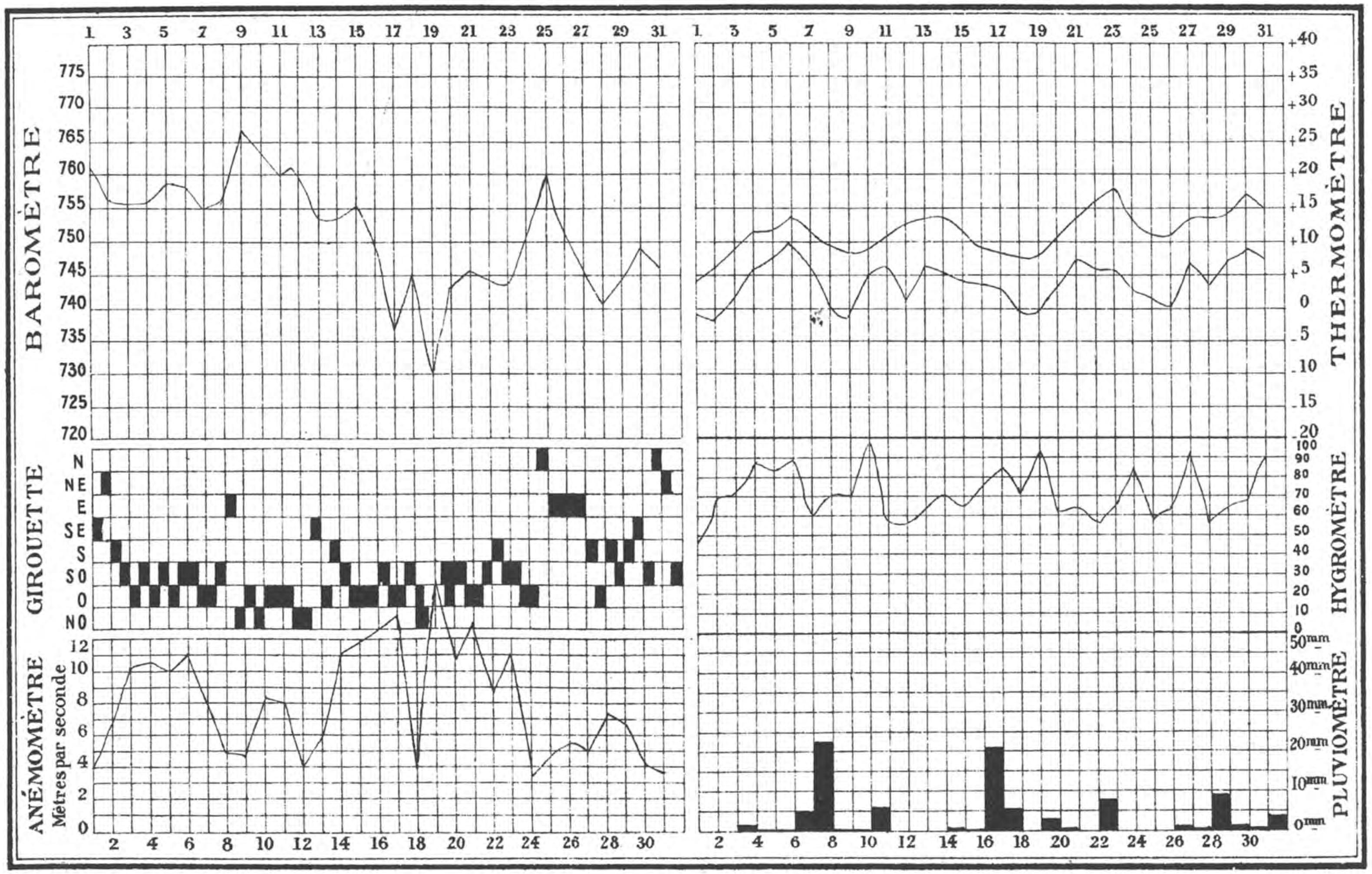
La séance est levée à 22 h. 1/2.

Présentation de nouveaux membres.

Les personnes dont les noms suivent ont été admises comme membres effectifs de la Société belge d'Astronomie : MM. Hugo Gantke, à Berlin; Lucien Charloteaux, à Senzeilles; Oscar Maibach, à Berne; Aug. Lemmen, à Schaerbeek; Seligmann à Ixelles; De Brandner, à Bruxelles.

Le Secrétaire administratif,
ED. HANAPPE.

OBSERVATIONS D'UCCLE, — Mars 1913



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima. Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

Bulletins mensuels

BULLETIN DU CLIMAT DE LA BELGIQUE (Mars 1913)

Observations d'Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	Mars 1913
Hauteur barométrique moyenne à midi . . .	751,5mm	751,8mm
Hauteur barométrique moyenne la plus élevée .	762,2	—
Hauteur barométrique moyenne la plus basse .	762,8	—
Température moyenne du mois	5°2	7°9
Température moyenne la plus élevée	8.6	—
Température moyenne la plus basse	—1,3	—
Maximum thermométrique absolu	21,7	17,8
Minimum thermométrique absolu	—13,0	— 2,0
Nombre de jours de gelée .	9	5
— maximum . . .	22	—
— minimum . . .	0	—
Vents dominants (proportion sur 100)	SW (26), W (17), E (13), S (11).	SW (31), W (29), S (13), E (8).
Vitesse moyenne du vent .	5,1	8,1
Humidité moyenne à midi .	71,8	71,8
Hauteur totale d'eau recueillie.	48mm	95,7mm
Hauteur maximum . . .	133	—
Hauteur minimum . . .	5	—
Nombre de jours d'eau recueillie	17	21
Nombre de jours d'orage .	0.6	2
— — de neige .	6	5
— — de grêle .	1.6	1
Heures de soleil (total possible).		368 h.
— (total observé). .		111 h. 55
Nombre de jours sans soleil.		3

N. B. — L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. La température moyenne est déterminée d'après les maxima et les minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm1.

Mars 1913	UCCLE			FURNES			OSTENDE			MAESEYCK			LIÉGE			SPA			ARLON		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	4.1	—1.3	1.4	6.1	1.1	3.6	6.1	1.5	3.8	4.1	—3.9	0.1	3.0	—1.2	0.9	2.0	**—3.0**	—1.5	3.8	2.9	0.4
2	5.7	**—2.0**	1.8	5.9	**—1.6**	2.1	5.8	**—1.2**	2.3	4.2	**—4.5**	—0.2	5.1	**—3.0**	1.0	4.0	—2.5	0.7	3.9	**—5.8**	—1.0
3	6 1	—0.8	2.6	9.8	1.5	5.6	8.6	0.5	4.5	6.6	0.0	3.3	6.2	0.9	3.5	6.0	0.5	3.2	5.0	—3.3	0.8
4	10.3	4.4	7.3	10.6	6.0	8.3	10.5	5.5	8.0	10.2	4.0	7.1	9.6	4.8	7.2	8.6	4.0	6.3	8.3	—1.1	3.6
5	11.4	7.6	9.5	12.0	7.5	9.7	11.8	8.2	10.0	12.0	8.0	10.0	11.2	8.3	9.7	10.0	7.5	8.7	7.8	4.2	6.0
6	14.4	8.8	11.6	13.6	8.3	10.9	12.1	8.1	10.1	14.9	8.7	11.8	13.4	9.0	11.2	11.0	8.5	9.7	8.7	5.7	7.2
7	11.9	7.0	9.4	12.8	7.1	9.9	12.1	7.5	9.8	12.9	7.4	10.1	13.0	7.3	10.1	12.0	6.0	9.0	10.6	6.4	8.5
8	8.8	0.0	4.4	12.8	3.2	8.0	8.2	3.7	5.9	10.0	0.3	5.1	7.4	0.3	3.8	7.0	0.0	3.5	8.5	0.5	4.5
9	7.3	—1.0	3.1	8.0	1.0	4.5	7.1	3.0	5.0	6.8	0.0	3.4	6.0	0.3	3.1	4.0	0.0	2.0	4.7	—3.0	0.8
10	9.1	—0.7	4.2	10.0	4.6	7.3	9.8	3.5	6.6	9.0	0.8	4.9	8.8	1.8	5.3	7.0	1.5	4.2	6.6	—0.4	3.1
11	7.9	5.3	6.6	9.3	6.9	8.1	8.7	2.4	5.5	8.9	6.7	7.8	8.3	6.3	7.3	8.0	4.0	6.0	5.4	2 0	3.7
12	12.8	1.8	7.3	10.0	1.1	5.5	10.6	1.1	5.8	14.2	0.7	7.4	14.8	3.8	9.3	13.0	1.0	7.0	12.1	1.1	6.6
13	14.2	3.0	8.6	12.3	1.2	6.7	12.5	2.9	7.7	12.6	2.0	7.3	15.2	5.0	10.1	13.5	6.0	9.7	12.2	2.1	7.1
14	14.6	6.4	10.5	10.0	4.0	7.0	10.1	6.1	8.1	16.0	6.0	11.0	16.0	6.9	11.4	15.2	6.5	10.8	13.3	3.9	8.6
15	12.3	5.6	8.9	12.8	3.3	8.0	12.0	5.0	8.5	13.5	6.7	10.1	14.0	7.1	10.5	14.0	6.2	10.1	12.1	1.9	7.0
16	9.4	3.8	6.6	9.0	3.9	6.4	8.9	5.8	7.3	9.9	2.7	6.3	10.8	3.6	7.2	13.8	2.0	7.9	7.7	—0.7	3.5
17	8.6	4.3	6.4	9.0	3.8	6.4	8.0	3.4	5.7	9.0	4.7	6.8	9.4	4.0	6.7	8.0	5.0	6.5	8.0	1.7	4.8
18	7.6	—0.1	3.7	8.2	2.0	5.1	7.9	2.9	5.4	9.3	0.2	4.7	9.1	1.0	5.0	11.0	0.8	5.9	7.7	—1.0	3.3
19	7.5	— 0.1	3.7	7.0	0.4	3.7	6.4	1.0	3.7	8.0	—0.5	3.7	7.2	0.5	3.8	6.0	—1.2	2.4	5.2	—3.0	1.1
20	9.9	2.0	5.9	11.0	3.0	7.0	10.0	2.6	6.3	8.9	2.5	5.7	9.3	2.8	6.0	8.0	0.0	4.0	7.2	—0.8	3.2
21	13.2	7.0	10.1	12.0	5.5	8.7	11.9	4.5	8.2	13.7	6.5	10.1	12.0	7.8	9.9	10.0	6.8	8.4	8.5	5.6	7.0
22	13.7	5.9	9.8	14.3	5.0	9.6	13.6	5.7	9.6	15.9	4.7	10.3	13.9	7.8	10.8	13.0	7.0	10.0	11.7	1.4	6.5
23	**17.8**	5.7	11.7	**15.0**	6.0	10.5	14.0	6.0	10.0	17.4	6.0	11.7	19.1	6.4	12.7	17.5	5.2	11.3	16.5	3.4	9.9
24	13.1	3.1	8.1	13.5	2.0	7.7	12.9	1.7	7.3	15.3	1.4	8.3	13.6	2.8	8.2	11.5	1.0	6.2	9.8	1.5	5.6
25	10.9	2.3	6.6	11.3	4.1	7.7	9.8	2.9	6.3	12.2	2.2	7.2	12.0	3.3	7.6	11.0	—1.0	5.0	11.5	—0.3	5.6
26	10.5	0.7	5.5	11.3	0.2	5.7	8.0	1.4	4.7	11.5	—0.3	5.6	9.1	1.2	5.1	8.9	0.2	4.5	10.0	—0.1	4.9
27	14.1	2.1	8.1	12.7	0.6	6.6	12.7	2.9	7.8	14.5	4.0	9.2	16.6	4.6	10.6	15.0	6.0	10.5	12.8	2.5	7.6
28	11.3	4.2	7.7	12.8	1.5	7.1	10.7	6.9	6.9	13.0	2.5	7.7	12.8	3.8	8.3	11.4	2.0	6.7	6.4	—1.3	2.5
29	14.1	6.4	10.2	12.9	5.2	9.0	11.2	6.6	8.9	17.8	7.7	12.7	15.8	8.4	12.1	15.0	6.8	10.9	13.4	1.7	7.5
30	16 2	8.6	12.4	13.0	8.0	10.5	12.9	8.9	10.9	19.5	9.0	14.2	18.5	9.3	13.9	17.0	6.5	11.7	16.0	5.6	10.8
31	16.8	7.3	12.0	14.8	4.3	9.5	**15.7**	8.1	11.9	**20.3**	7.5	13.9	**19.7**	8.2	13.9	**21.2**	5.0	13.1	**18.1**	8.4	13.2

BULLETIN SISMIQUE

Mars 1913.

Le minimum sismique, bien que se relevant un peu, continue encore, d'après nos enregistrements et aussi d'après ceux de nombreuses stations sismologiques des mieux outillées et dirigées qui nous honorent de l'envoi de leurs Bulletins; par contre les barosismes ont continué à troubler nos graphiques, comme pouvait le faire prévoir le régime atmosphérique de la dernière moitié du mois; le 25, il a même neigé à Grenade, ce qui est exceptionnel en dehors des mois de décembre, janvier et février.

Les sismogrammes obtenus sont au nombre de dix; deux correspondent à des plésiosismes non encore identifiés.

Des huit télésismes, le n° 27 a été destructeur dans la partie montagneuse centrale de la république de Guatemala, et plus spécialement dans la ville de Guaginiquilapa (1), où, d'après la presse journalière, l'école publique aurait été détruite de fond en comble; une centaine d'enfants auraient péri.

Les épicentres des sismes correspondants à nos n°s 25 et 26 sont par 33° N. et 85° E. et 32° N.-84° E., d'après M. J. Wilip. Ces deux points géographiques se trouvent au Thibet, peu éloignés du versant septentrional de l'Himalaya.

Le n° 24 nous semble avoir son point épicentral par 32° N.-129°5 E., c'est-à-dire au large de l'île Kiusiu, non loin de Nagasaki, d'après nos calculs fondés sur le dépouillement de nos sismogramme, les chiffres publiés par M. le Dr E. Tams de Hambourg et des copies des sismogrammes de deux composantes de Wiechert de 1200 kilogrammes de Zi-ka-wei, envoyées par le P. H. Gauthier, S. J. Comme dans ces copies le commencement est très net et assez ample, après avoir utilisé les renseignements fournis par les mêmes avec la méthode stéréographique, nous avons tenté de déterminer la position de l'épicentre par le procédé du Pr. B. Galitzin et avec Zi-ka-wei pour station unique. Les graphiques nous donnèrent $\triangle$ = 670 kilomètres et pour azimut NE.-68°4, ce qui nous donne λ = 33°2 N.-φ = 131°6 E. (île de Kiusiu vers le golfe de Simabara), point assez concordant avec celui obtenu avec trois stations et aussi d'accord avec les 7600 kilomètres environ d'éloignement fournis par les sismographes à enregistrement magnéto-photographique de Pulkovo.

Il est fort probable que le n° 31 est un sisme africain procédant du même foyer que le n° 23 (27 février), vu la grande ressemblance des deux graphiques obtenus avec le même sismographe, dont les constantes n'ont pas varié.

EMM. Ma S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de la Station sismologique de Cartuja (Grenade).

(1) Situé à quelques 40 kilomètres vers le SE. de la ville de Guatemala. Nous avons accepté le nom du *Stielers Handbuch*, vu que presque tous les termes espagnols sont correctement reproduits, ce qui n'est pas fréquent dans les publications dans d'autres langues. Les journaux ont donné à la petite ville en question des noms mpossibles.

No III (Mars 1913). Station sismique de Cartuja (Grenade).

Nº d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Caractère du mouvement	COMMENCEMENT DE			MAXIMUM			C		F	OBSERVATIONS
					P	S	L	Heure	A	T	Heure	T		
					h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	μ	s	h. m. s.	s	h. m.	
24	3	NNW	Cart. Om.	I*u*	*e*20-16-13	—	*e*21- 2	21-11,6	5	14			21-25	Très perturbé par les Bar.
25	6	»	»	»	*i*2-20-17	—	2-41	2-51	5	20			3- 5	» »
26	»	»	»	»	*i*11-15- 9	11-24-19	11-35	11-44,2	3	20			12-20	△ = 7980 kilomètres.
27	8	ENE	Bif.	»	*i*16- 4-56	*e*16 14-51	16-25	16-35-36 16-41-27	20 10	23 18			17- 5	△ = 8700 » *e*P = 16 h. 4 m. 53 s. (Cart. vert)
28	14	»	»	II*u*	*e*9- 0- 5 *	*e*9-11-46	9-14,5	9-23-48 — 9-51-25 — 9-57- 8 —	100 160 255	18 21 19			12*ca*	△ = 11 000 kilomètres. *i* = 9 h. 2 m. 51 s. (*) (Cart. vert)
29	23	NNW	Cart. Om.	I*u*	*e*21- 5-38	¿21-17- 0	21-40	21-50,0	3	17			22-10	△ = ¿ 10 550 ? kilomètres
30	26	»	Cart.	I*v*	*e*4- 6-32	—	4- 6-39	4- 6-47	2	0 8			4- 7,7	△ = 55 »
31	27	ENE	Bif.	I*r*	*i*3-21- 4	3-27-36	3-32,2	3-41-47 — 3-45- 1 —	9 10	9 7			4·4	△ = 4810 »
32	»	NNW	Cart.	I*v*	17-21-26	—	17-21-53	17-21 57 17-22-25	1 1,2	1,2 »			17-24,2	△ = 210 »
33	31	»	Bif.	I*u*	*e*3-54-17	4- 4-46	4,26,4	4-31-52 4-35-39 4-49-46	35 28 24	28 19 18			5-53	△ = 9370 » *iP* = 3 h. 54 m. 22 s.

Bibliographie

Gli effetti fisici e chimici dei fulmini globulari, Memoria 3*a*, del prof. Ignazio Galli, Roma, 1912. — Ce travail continue la série de mémoires que M. Galli consacre à l'étude de la foudre globulaire dans les actes de l'Académie pontificale romaine des Nuovi Lincei, et dont nous avons eu l'occasion de rendre compte ici même (voy. *Ciel et Terre*, 32e année, p. 238, et 33e année, p. 291).

L'auteur y examine spécialement, d'après des documents nombreux puisés aux sources les plus diverses, les actions physiques et chimiques de l'éclair en boule.

Avant d'aborder proprement ce sujet, M. Galli consacre quelques pages à compléter la documentation de ses mémoires précédents. C'est ainsi qu'il rapporte de nouveaux cas de foudre en boule observés dans l'antiquité et au moyen âge et de globules fulminants apparus à ciel serein et non précédés d'un éclair commun. Il cite aussi deux nouveaux exemples d'éclairs en boule se déplaçant dans une direction opposée à celle du vent, et discute notamment la belle observation faite tout récemment par MM. Dember et Meyer. Il décrit encore l'apparition d'un éclair en forme de langue, qui est une forme rare, ainsi que d'un éclair en boule qui a fait explosion en lançant un éclair linéaire simple.

M. Galli passe alors à l'objet spécial du mémoire. L'esprit reste confondu devant la diversité des effets, souvent opposés, attribués à l'éclair globulaire. Craquements, pétillements, bruits continus allant du murmure qui rappelle « le bourdonnement d'un moustique », jusqu'au fracas « semblable au bruit d'un torrent », inflammation de corps combustibles pendant l'explosion des globes, incendies provoqués directement par contact, ce sont là des manifestations assez ordinaires. Puis il y a la liquéfaction superficielle ou entière de corps métalliques, la volatilisation de fils minces, le ramollissement d'objets en verre, tous phénomènes qui se produisent parfois dans des circonstances si singulières, que le détail en paraît tout à fait inexplicable dans l'état actuel de nos connaissances. A côté de ces effets, on rencontre au contraire des cas d'éclairs en boule qui n'ont manifesté aucune chaleur sensible, alors même qu'ils passèrent à proximité immédiate ou au contact de corps éminemment inflammables, par exemple des allumettes et de la poudre à canon. Il faut lire la description de ces phénomènes insolites dans le mémoire de M. Galli, car il est impossible de résumer en quelques mots les narrations circonstanciées qu'il rapporte.

A la catégorie des actions calorifiques se rattache également l'extinction de flammes, dont il existe de nombreux exemples, et même de foyers d'assez grandes dimensions; cette action peut se produire aussi bien en lieu clos qu'à l'air libre. Si, dans le cas d'une flamme, on peut encore se risquer à conjecturer des processus capables d'expliquer l'extinction, on n'est plus en mesure de rien comprendre à celle de fourneaux, qui paraît exiger un abaissement considérable et subit de la température. M. Galli donne également deux exemples de souffle dû à des globes fulgurants.

Quelquefois les éclairs en boule se montrent accompagnés de fumées d'une nature encore incertaine; tout aussi peu sûre est la qualité spécifique de l'odeur qui se répand souvent, mais non toujours, dans les endroits foudroyés. Il n'est pas établi que, comme le veut l'opinion la plus courante, cette odeur doive dans tous les cas être attribuée à l'ozone. M. Galli cite des exemples qui, au contraire, vont à

l'encontre de cette hypothèse, soit parce que l'odeur était beaucoup trop persistante, soit qu'elle ait infecté l'eau ; de sorte qu'il semblerait que dans ces cas l'odeur a été émise par une matière précipitée sur les objets voisins et s'évaporant avec lenteur. Il ne faudrait pourtant pas en conclure sans précaution que ce dépôt matériel doive nécessairement être apporté par la foudre, car il ne semble pas impossible que l'éclair l'ait dégagé chimiquement ou mécaniquement des corps foudroyés; c'est un point sur lequel une grande réserve s'impose encore. Il en est de même en ce qui concerne les odeurs essentiellement différentes de l'odeur d'ozone. Toutefois, M. Galli rapporte que le professeur Fusinieri a découvert du sulfure de fer sur un arbre foudroyé en pleine campagne, et dans ce cas il est peu probable que, comme dans les agglomérations urbaines, le soufre puisse être emprunté à l'atmosphère.

Nous devons, dans cette courte notice, renoncer à tout passer en revue, et nous ne pouvons qu'effleurer les points principaux sur lesquels a porté l'examen de M. Galli; cette analyse ne peut donc donner qu'une idée très imparfaite du mémoire du professeur italien. Elle suffira cependant pour convaincre le lecteur de la complexité du phénomène de la foudre globulaire et pour montrer que dans l'étude de ce météore mystérieux les questions non résolues surgissent à chaque pas. L'ensemble des travaux déjà publiés par M. Galli fait ressortir l'insuffisance des plus brillantes hypothèses jusqu'ici proposées. C'est là, à nos yeux, le grand mérite de ces publications; elles forceront à réfléchir les théoriciens de la foudre globulaire, qui semblent quelquefois oublier ce qui est nécessaire à une théorie pour qu'elle soit utile au progrès de la science.

« Ce qui importe le plus pour le moment, dit M. Galli, c'est l'observation minutieuse, soigneuse, sage, de tous les phénomènes, sans préoccupation de vues anciennes ou nouvelles (p. 60). »

M. Galli est donc d'avis, avec raison pensons-nous, que le moment n'est pas encore venu de rechercher une explication physique du phénomène de la foudre en boule.

Certes, il est plus séduisant, peut-être, pour un savant, de se livrer à un travail constructif, comme l'est l'édification d'une théorie; l'activité de l'imagination et l'illusion du résultat procurent à l'esprit un plaisir bien plus prononcé que celui que peuvent donner les lectures et les recherches bibliographiques. C'est dire que le pénible labeur de comparaison et de discussion auquel M. Galli se livre exige un véritable courage scientifique. Mais les résultats d'un tel travail, portant sur des faits, sont solides, et toutes les théories à venir doivent en tenir compte ; il porte donc en lui-même sa récompense.

On peut discuter le phénomène de la foudre globulaire en essayant de grouper sous le contrôle d'une hypothèse directrice les faits qui s'y adaptent ; ce procédé nous paraît bien pouvoir conduire à quelque résultat; il a été employé ici même dans quelques articles consacrés à ce sujet. Mais il faut avouer que cette méthode incite à négliger des faces du phénomène qui ne cadrent pas avec la théorie prise comme base, et l'on est porté malgré soi à n'en pas voir l'importance. D'autre part, si on bannit absolument toute idée préconçue, on est amené à accorder le même crédit à toutes les narrations qui ne sont pas en désaccord flagrant avec les lois fondamentales connues dans la nature; mais alors on fait abstraction de l'élément subjectif qui y joue pourtant un rôle impossible à discerner *a priori*. Quand on se sert d'une hypothèse de travail, on est exposé fort naturellement à mettre sur le compte de cet

élément subjectif certaines constatations de faits réels; mais, précisément pour cette raison, nous pensons que les deux modes de discussion ont leur valeur et se complètent. En outre, si le premier est moins sûr, le deuxième est d'application plus difficile; car il est presque impossible d'examiner les faits sans faire aucune hypothèse, et même M. Galli en fait parfois, notamment quand il suggère que l'éclair en boule renferme une modalité encore inconnue de l'énergie.

Il nous reste, en terminant, à signaler une intéressante note que le même savant vient de publier dans *Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, anno 66, séance du 19 janvier 1913, sous le titre : *Altri fulmini globulari inediti*. L'auteur y rapporte cinq cas de foudre en boule, remarquables par la précision relative avec laquelle ils ont été observés.

Ils confirment l'impression qui se dégage des autres mémoires, si minutieusement documentés, de M. Galli, que ce que nous connaissons du phénomène de la foudre n'est presque rien en comparaison de ce qui nous reste à en apprendre.

C. De Jans.

Les applications de la télégraphie sans fil. — Traité pratique pour la réception des signaux horaires et des radiotélégrammes météorologiques, par E. Rothé, professeur à la Faculté des sciences de Nancy, président de la Commission météorologique de Meurthe-et-Moselle. — Berger-Levrault, Paris, 200 pages, 61 figures.

Différents petits manuels traitant de la T. S. F. ont vu le jour dans ces derniers temps, mais tous ne sont pas à l'abri de la critique !

Plus d'un auteur, animé du reste de bonnes intentions, s'est « emballé », dirais-je, sur son sujet, ce qui nous a valu des pages où la rigueur scientifique laisse à désirer; d'autres où la clarté fait défaut et d'autres encore où s'est infiltré « le bluff » cette maladie régnante de notre siècle; l'auteur cite à corps perdu tout ce qu'il a lu ou entendu dire, laissant ainsi au lecteur l'impression qu'il n'a réalisé qu'une bien faible partie des choses qu'il avance!

Toute autre est l'impression que laisse la lecture du livre de M. Rothé. Ici règne la rigueur scientifique; pas de tirades inutiles, mais des faits; le bluff est exclus. On sent que l'auteur est maitre de son sujet et qu'il a mis, comme l'on dit vulgairement, « la main à la pâte ». On sait que depuis longtemps M. Rothé s'est occupé avec succès de T. S F.; aussi les procédés et les dispositifs qu'il indique, on peut les utiliser, ils sont le fruit de son expérience, et quant aux citations elles sont empruntée aux sources scientifiques, rappelées d'ailleurs à la fin de l'ouvrage.

Les derniers chapitres renferment au surplus des documents récents, très bien mis au point et relatifs à la détermination des longitudes, aux applications à la météorologie, à l'aéronautiqne, etc.

Bref, on peut considérer le travail de M. Rothé, en tant que petit manuel d'usage courant, comme un des mieux faits que nous possédions; aussi est-ce en toute sincérité que l'on peut féliciter l'auteur et recommander l'achat de son ouvrage à ceux qui de loin ou de près s'intéressent à la T. S. F. et à ses applications.

V. D. V.

Annuaire météorologique pour 1913, publié par les soins de J. Vincent, directeur scientifique du service météorologique.— L'annuaire météorologique de l'Observatoire vient de paraître pour l'année en cours. C'est un volume de 325 pages, de même format que l'annuaire astronomique, mais broché.

Il renferme les notices habituelles de M. E. Vanderlinden. Celles-ci sont intitulées : « La grêle en Belgique pendant l'année 1912 »; « Les orages en Belgique en 1912 »; « Revue climatologique pour 1912 ». Le même auteur publie un résumé des observations météorologiques faites à Uccle pendant l'année dernière.

M. E. Vincent fait également paraitre les résultats des ascensions des ballons-sondes de l'année écoulée.

Nous trouvons encore dans l'annuaire, outre le calendrier astronomique, une courte description de la herse néphoscopique de Besson.

Les relevés de l'infiltration des eaux pluviales dans le sol, faits au moyen de l'installation décrite dans l'annuaire météorologique pour 1911, p. 171, sont intéressants à consulter, de même que la comparaison entre les températures observées sous l'abri Stevenson et sous les abris français, actuellement en usage dans les stations belges.

Une autre note parle de la température de la mer du Nord, d'après les données de nos deux bateaux-feux, le *West-Hinder* et le *Wielingen.*

Les lecteurs de *Ciel et Terre* qui s'astreignent à des observations météorologiques régulières liront volontiers et avec fruit les « recommandations » aux observateurs du service météorologique, qui sont traduites en flamand, ce qui était une nécessité et marque un progrès dans notre pays bilingue.

A la fin de 1912, le réseau climatologique comprenait 201 stations, parmi lesquelles 84 de deuxième ordre et 117 de troisième ordre.

Il y avait en plus une trentaine d'observateurs d'orages.

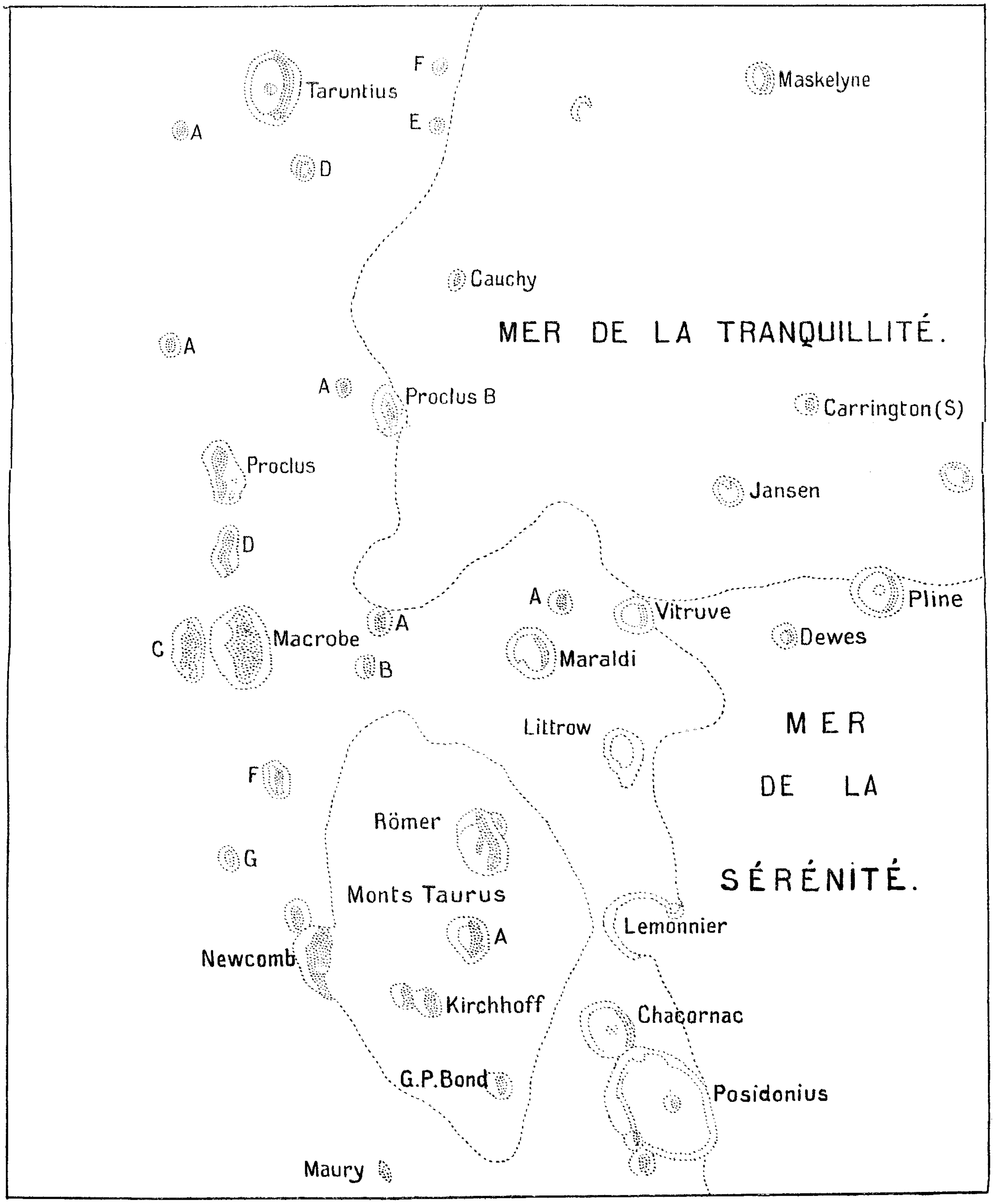
Quoique le réseau soit devenu relativement serré, il reste cependant de grandes parties de notre territoire dépourvues de stations. Les vides les plus manifestes existent dans les Flandres, le Limbourg, le Hainaut et l'est du Brabant.

F. Bertyn.

L.-N. Vande Vyver. — *Annuaire météorologique de la Station de Géographie mathématique de l'Université de Gand.*—VIe année, mars 1912 à février 1913.

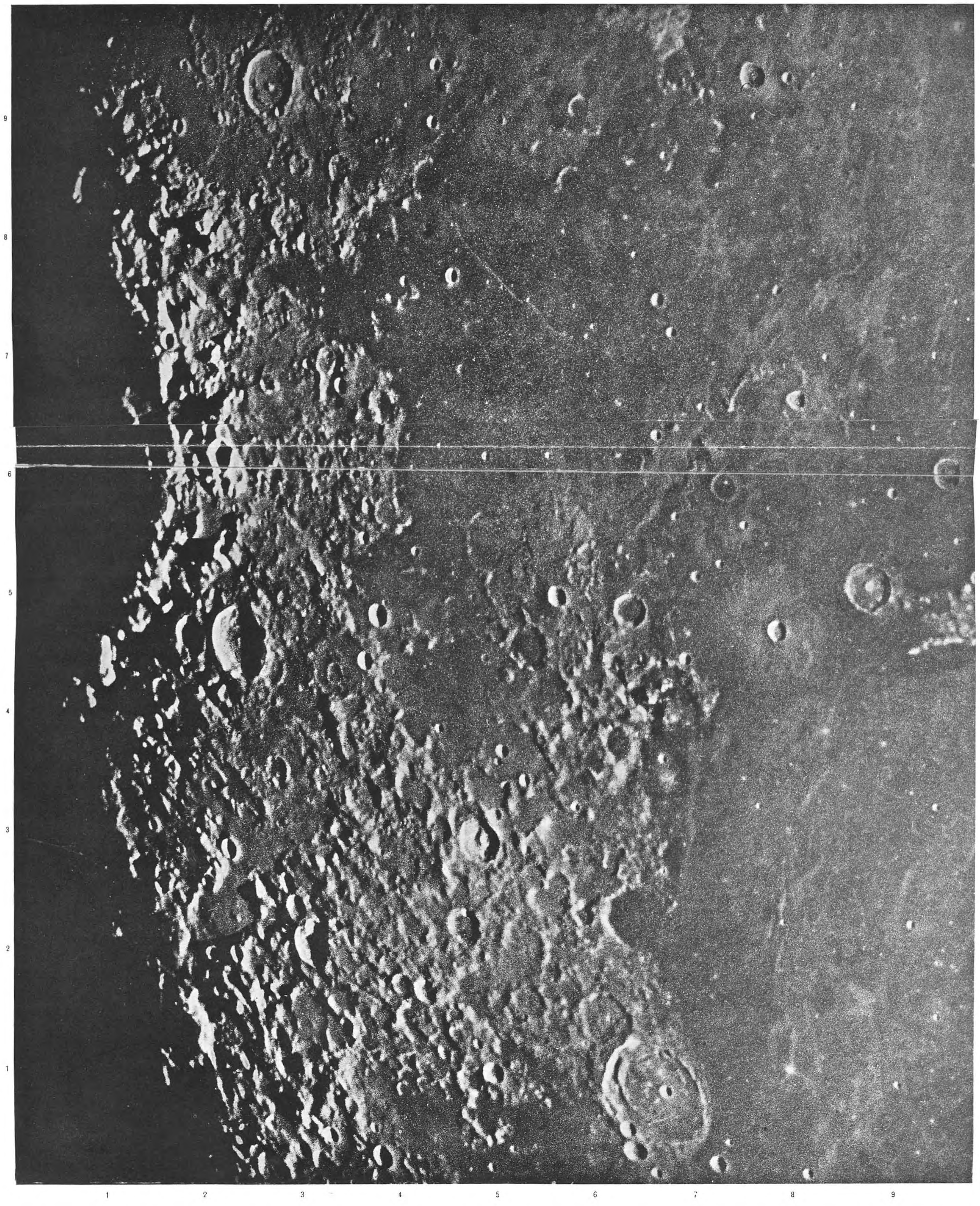
Ce sixième annuaire mérite les mêmes appréciations élogieuses que ses devanciers dont il a maintenu et continué le plan ; encore une fois, il faut s'étonner du travail considérable dont le résumé est enregistré ici, dû à l'activité inlassable de M. le prof. Vande Vyver et de son collaborateur M. Van den Bosch. Les caractéristiques climatiques et météorologiques de la ville de Gand se déterminent, grâce à cette continuation prolongée des observations, d'une manière de plus en plus précise; la station météorologique de Gand, grâce à la méthode avec laquelle les observations de tout genre y sont recueillies, permettra de caractériser le climat de la plaine flamande, comme celle d'Uccle (succédant à Bruxelles) a permis de dessiner celui de la moyenne Belgique et le prof. Vande Vyver aura eu l'honneur d'attacher le premier son nom à une œuvre scientifique des plus utiles et des plus profitables.

A citer encore deux notices terminant le volume de 90 pages qui constituent l'annuaire : l'une donne les caractères généraux de l'année 1912-1913 comparée à la période quinquennale qui la précède; la seconde est consacrée à l'éclipse partielle de soleil du 17 avril 1912 qui a été observée à Gand, sous la direction générale de M. Vande Vyver, par MM. Dusausoy, l'abbé Coupée, Wolters, Merlin, M.-L. Vande Vyver, d'Hoy, Van den Bosch. Elle retrace à grands traits les travaux effectués. Leur étude complète a d'ailleurs déjà été publiée par M. Vande Vyver dans une brochure spéciale, parue en 1912.


F
Taruntius
Maskelyne
A
E
D
Cauchy
MER DE LA TRANQUILLITÉ.
A
A
Proclus B
Carrington (S)
Proclus
Jansen
D
A
Pline
Vitruve
C
Macrobe
A
Dewes
Maraldi
B
Littrow
MER
DE LA
SÉRÉNITÉ.
F
Römer
G
Monts Taurus
Lemonnier
A
Newcomb
Kirchhoff
Chacornac
G.P.Bond
Posidonius
Maury

CAUCHY - PLINE - MONTS TAURUS

D'après phototypie Puiseux et Le Morvan. Diamètre Lunaire 0m800



1901, Septembre 30, 14 h. 5 m. (T. M. de Paris)

Atlas photographique de la Lune.

PLANCHE LXV

CAUCHY. — PLINE. — MONTS TAURUS

(30 septembre 1901.)

L'axe de rotation de la Lune est, à toute époque, presque perpendiculaire sur l'écliptique et le centre de la Lune, vu du Soleil, s'écarte fort peu de ce plan. Il suit de là que les régions voisines des pôles de notre satellite sont presque dérobées au rayonnement calorifique du Soleil et mieux désignées encore que les zones glaciales de la Terre pour conserver un dépôt de glace. Si donc la Lune avait pu garder une réserve d'eau importante, nous pourrions nous attendre à voir ses pôles former les centres de deux calottes blanches, ainsi qu'il arrive pour la Terre et pour Mars. Il est bien évident qu'il n'en est pas ainsi; les régions montagneuses de la Lune présentent sous toutes les latitudes à peu près la même teinte générale, sans préjudice d'importantes inégalités locales. Il est impossible d'attribuer des frontières caractérisées aux calottes polaires.

Si donc on persiste à croire que la Lune a possédé ou garde encore une quantité d'eau considérable, on devra conclure que les calottes polaires se rejoignent et que la glace occupe actuellement toute l'étendue de la planète. Cette manière de voir est inconciliable avec les expériences de lord Rosse et de F. Very, d'après lesquelles la température de la surface s'élèverait, au moins vers l'équateur et à certaines époques, bien au-dessus du point de fusion de la glace. Si l'on ne veut pas considérer ces expériences comme décisives, on trouvera, croyons-nous, des motifs suffisants pour conclure dans le même sens par l'examen des teintes de la région équatoriale, et la feuille qui nous occupe nous semble l'une des mieux appropriées à cette étude. Le plateau de faible relief et de pentes modérées où se dessinent Jansen (7,3 H — 5,9 V), Vitruve (6,4 H — 4,9 V), Maraldi (5,3 H — 4,6 V), Littrow (6,3 H — 3,7 V), présente, comme Beer et Mädler l'ont remarqué, des contrastes de teinte si accusés qu'ils obligent à reconnaître une différence radicale dans la nature des matériaux superficiels. Nous ajouterons que la distribution de ces teintes est toute différente de celle que nous devrions attendre dans l'hypothèse d'un revêtement de glace. On ne peut, en l'absence d'atmosphère, supposer que la

température varie beaucoup avec l'altitude. Les fonds des bassins seraient évidemment les emplacements les plus favorables à l'accumulation de la glace, les plus propres à manifester son pouvoir diffusant et réflecteur. Nous voyons au contraire qu'ils sont, à peu près sans exception, plus sombres que les pentes qui les entourent.

Ces teintes sombres se localisent assez souvent au fond de quelques cirques et, dans ce cas, elles les envahissent tout entiers. Les quatre enceintes que nous venons de nommer sont certainement favorisées à ce point de vue, et la plus sombre des quatre est Maraldi.

Notre feuille est ici en contradiction avec la carte de Schmidt qui représente le fond de Maraldi comme entièrement clair. Divers autres clichés de notre collection confirment à cet égard celui du 30 septembre 1901, et aucun ne fournit, pour cette teinte si prononcée, un indice sérieux de variabilité. La même divergence se présente, à un degré moindre, pour le fond de Vitruve.

Dans Pline (8,8 H — 5,0 V) et dans Posidonius (6,7 H — 0,8 V), les taches obscures sont comme refoulées vers la périphérie, où le bassin atteint sa profondeur la plus grande. Le même phénomène est visible, sur une échelle bien plus grande, à la circonférence de la mer de la Sérénité (7,0 à 10,0 H—0,0 à 4,5 V). Toute la partie externe de cette mer est occupée par une bande visiblement plus sombre que le reste de la mer. Le voile de cendres volcaniques s'y affaiblit ou s'y arrête; les petites taches blanches, communes partout ailleurs, y sont en nombre restreint et il n'est pas difficile, avec un éclairement oblique, de s'assurer que cette bande frontière est sensiblement déprimée. Le fond de la mer, dans son ensemble, est convexe, au delà de ce qu'exige la courbure générale de la planète. Cette notion peut sembler difficile à concilier avec celle d'un affaissement général attesté par la brusque disjonction des bords, par la disposition des crevasses concentriques plus ou moins transformées en veines saillantes et blanchies. En réalité il n'y a point là de contradiction. C'est bien l'affaissement qu'il faut placer à l'origine de la mer et qui en a déterminé les traits les plus nets. Mais à ce mouvement exigé par la pesanteur une réaction partielle a succédé. Le fragment effondré, mis en contact avec des couches plus chaudes, s'est dilaté, suivant une loi dont Mellard Reade a reconnu les effets en divers points de l'écorce terrestre. Cette dilatation, contrainte dans le sens horizontal, s'est manifestée par un bombement vers le centre, sans aller jusqu'à la production de fissures rayonnantes. Plusieurs expirations et inspirations alternées ont pu se

succéder ainsi; chaque fois que l'affaissement a prédominé, il y a eu tendance à la fissuration du massif montagneux limitrophe suivant des lignes parallèles au bord de la mer. L'une de ces crevasses, remarquablement longue, traverse tout le massif des monts Taurus (3,0 à 6,0 H—1,0 à 3,0 V), en passant à l'est de Rœmer (4,8 H—2,9 V) et de Bond (5,0 H—1,0 V). Deux autres traversent l'intérieur de Chacornac (6,1 H—1,4 V); la plus orientale se retrouve à l'intérieur de Posidonius; l'autre peut être suivie fort loin vers le sud et s'infléchit, en contournant Le Monnier (6,5 H—2,3 V), pour aller rejoindre Littrow. Il est remarquable à quel point le tracé de toutes ces fissures tient peu de compte non seulement des inégalités superficielles, mais même de la structure générale du massif.

Une autre cause, dont les effets ne se seront révélés qu'à la longue, a dû troubler l'équilibre provisoire établi entre les fragments contigus et dénivelés. Les mers, recouvertes d'une nappe liquide bientôt solidifiée ou assimilée, se sont trouvées par là protégées contre les éruptions. Celles-ci ont trouvé un chemin plus facile à travers les inégalités et les fissures de la région montagneuse. La croûte lunaire perd donc ses gaz principalement par les parties demeurées saillantes. Les cavités laissées libres sont comblées par des tassements dont il ne semble pas difficile de retrouver les traces. Il y a par suite augmentation de densité dans la partie montagneuse, qui ne se trouve plus assez soutenue par le fluide où elle plonge et doit tendre à retrouver un niveau plus voisin de celui de la mer. Dans ce mouvement de descente, le plateau entraîne la partie voisine de la mer si celle-ci est déjà solidifiée et contribue ainsi à rendre le fond convexe. Si le desséchement est encore incomplet, il peut y avoir envahissement des montagnes côtières dont les arêtes les plus élevées et les plus résistantes subsisteront seules. Tantôt la destruction ne porte que sur une portion d'enceinte, ainsi qu'il est arrivé pour Le Monnier, tantôt elle s'étend à un plateau tout entier et n'en épargne que des vestiges, comme cela s'est produit entre Vitruve et Jansen. La submersion complète, mais temporaire, d'un cirque emplit la cavité, laisse subsister le rebord, mais en affaiblit la teinte blanche. Telle paraît être l'histoire de Jansen, si inférieur en éclat, en profondenr, en saillie, à ses voisins Pline et Vitruve.

L'élément essentiel de la structure d'une mer est un grand affaissement circulaire, travaillant à s'étendre par l'adjonction de bandes concentriques. Ce travail poussé jusqu'à son terme entraîne la dispa-

rition des montagnes englobées. Celles-ci, au contraire, semblent privées de la faculté de s'étendre aux dépens des mers. Beaucoup de plateaux ne montrent plus que des fragments disjoints, aucun ne semble en voie de formation et c'est dans les parties préservées, comme les monts Taurus, qu'il faut chercher la loi fondamentale de leur structure. Nous la trouverons, cette fois encore, dans la présence de cases quadrangulaires juxtaposées, semblablement orientées, sujettes à devenir pentagonales ou hexagonales par troncature d'un ou de deux angles.

Nous avons sous les yeux l'une des mieux conservées de ces cases dans le Palus Somnii (2,7 H — 6,7 V), vaste pentagone que sa teinte distingue aussi bien du plateau limitrophe que des mers voisines. Adossé à l'ouest à la haute bordure montagneuse de la mer des Crises, il est plus ou moins endommagé sur ses autres faces par l'action corrosive des mers, et traversé par des sillons rectilignes qui le décomposent en cases plus petites. L'un de ces sillons dirigé suivant le méridien s'efface à la traversée des golfes, mais reparaît, d'une part, au delà de Macrobius B (3,7 H — 4,4 V), de l'autre, dans le plateau où est englobé Taruntius (2,7 H — 9,3 V). Cette direction méridienne apparaît encore au terminateur à l'ouest de Newcomb (3,2 H — 2,1 V) et de Tralles A (2,3 H — 2,9 V), mais il est clair que son rôle a été secondaire dans la détermination des limites du Palus Somnii, aussi bien que dans les alignements des monts Taurus. Ici les deux directions dominantes sont inclinées à 45 degrés sur le méridien, de part et d'autre. Leurs représentants les plus en vue sont les sillons qui vont de Proclus (2,2 H — 6,2 V) à Rœmer et de Kirchhoff (4,3 H — 1,7 V) à Littrow en passant sur Rœmer A (4,7 H — 2,2 V), mais les vagues parallèles sont nombreuses et font des monts Taurus un véritable échiquier, à la vérité fort dégradé. Les fissures méridiennes qui s'insinuent au milieu de ces blocs, par exemple celles qui limitent Newcomb à l'est ou Franklin *a* (3,9 H — 0,2 V) à l'ouest, sont des accidents plus modernes et déterminés par un autre système de forces. Plus continus et mieux conservés que les joints anciens, ils sont loin d'avoir acquis la même importance topographique. L'influence de la structure ancienne a survécu à la solidification de la mer de la Tranquillité (4,0 à 10,0 H — 5,0 à 10,0 V). Elle a reparu dans le tracé des fissures qui s'étendent en plaine de part et d'autre de Cauchy (4,6 H — 7,7 V). On la retrouve encore dans les enceintes polygonales imparfaites qui se dessinent à l'intérieur de Posidonius,

de Pline et de Taruntius. Sans doute, une liquéfaction locale avait rétabli temporairement, à l'intérieur de ces bassins, des conditions physiques analogues à celles de l'écorce mince, mais c'est encore suivant les lignes de jonction des compartiments anciens que se sont propagées les fissures.

Parmi les grands cirques, Macrobius (2,3 H — 4,7 V) et Proclus sont à peu près seuls à retenir l'attention par leur profondeur et leur relief énergique. Les autres donnent plutôt l'idée d'un édifice ruiné ou d'un organisme décrépit. Leur développement s'est fait sous l'action de forces qui ont perdu leur énergie ancienne; nous n'en observons qu'un très petit nombre à l'état de préparation ou de croissance. Cette phase a été probablement courte et instable, comparée à la phase de maturité et de décadence; ce n'est pas une raison suffisante pour lui attribuer un caractère soudain et catastrophique. Il convient donc d'attacher un intérêt particulier aux formes convexes qui doivent, pour des raisons que nous avons expliquées ailleurs, se rattacher au mode de manifestation initial des forces intérieures. C'est ainsi que Dawes (7,9 H — 4,7 V) et Maskelyne (7,7 H — 9,4 V) sont portés sur de faibles intumescences qui ont favorisé autour d'eux la formation d'une auréole claire. On apercevra sans peine au nord-ouest de Maraldi une ampoule très caractérisée, toute semblable à celles que nous avons signalées aux environs d'Arago et de Kies. Au sud-ouest de Vitruve A (5,6 H — 5,0 V) une ampoule de moindre relief manifeste un léger affaissement vers le centre. Nous aurions ici le cas exceptionnel d'un arrêt de développement survenu au moment même d'un passage critique.

La comparaison avec la carte de Schmidt fait ressortir l'absence de la traînée courbe, jalonnée de petits cratères qui s'étend à l'est de Maskelyne *b* (8,0 H — 9,3 V) et se recourbe vers le nord. L'absence sur la carte du petit cratère très net que nous voyons vers le centre de cet arc elliptique a lieu de surprendre davantage. Deux autres hémicycles ouverts du côté nord comme le premier, mais distingués par un relief plus énergique, s'appuient l'un sur Jansen B (H 1,8 — 6,6 V), l'autre sur le mont Argæus (6,7 H — 4,1 V). Tous trois sont probablement des restes de structures partiellement submergées, mais les formes triangulaires du cap Argæus et de Jansen B sortent l'une et l'autre des types ordinaires. On doit les rattacher aux promontoires qui encadrent, à ses deux points extrêmes, le golfe des Iris. Schmidt figure comme uniformément blanches les parties sud et ouest dans

l'intérieur de Plinius; nous y voyons deux segments beaucoup plus clairs que le reste.

Le rapprochement de cette planche avec d'autres feuilles de notre atlas suggérera aussi des soupçons de variabilité, mais ne portant pas sur des traits bien définis du relief. Ainsi Cauchy semble entouré à certaines époques (par exemple sur la planche XXXII, 16 février 1899) d'une auréole diffuse dont nous ne voyons ici aucune trace. Le plateau en forme d'ogive qui se dessine au sud de Vitruve A continue à justifier les remarques que nous avons faites à propos des feuilles XXXII et XXXV. Ce plateau (5,8 H — 5,6 V) est toujours plus sombre que la plaine environnante avant la pleine Lune, toujours plus clair après la pleine Lune, sans que l'inclinaison du sol, certainement très faible, puisse expliquer cette différence.

P. PUISEUX,
Astronome à l'Observatoire de Paris.

LES TRAVAUX ASTRONOMIQUES D'OLAÜS ROEMER

Olaüs Roemer, astronome danois, né en 1644 à Aarhus, mort en 1710 à Copenhague, est une des figures les plus intéressantes qui aient marqué les débuts de l'astronomie pratique moderne. Son nom est surtout connu parce qu'on lui doit la première détermination de la vitesse de transmission de la lumière dans l'espace, constante physique importante, qu'il réussit à établir au moyen des éclipses du premier satellite de Jupiter. Par cette découverte il s'illustra parmi les physiciens aussi bien que parmi les astronomes.

Roemer fit ses études à Copenhague. En 1671, l'astronome français Picard se rendit au Danemark dans le double but de se procurer une copie exacte des observations de Tycho Brahe, mort en 1601, et de déterminer la position géographique du célèbre observatoire d'Uranibourg, que ce dernier avait construit sur l'île de Hven. Roemer qui, sous la direction d'Erasme Bartholin, s'occupait précisément de mettre en ordre les manuscrits de Tycho, fut désigné pour aider Picard dans ses opérations géodésiques. Le jeune Danois se distingua si bien dans ces travaux que lorsque Picard revint en France, il insista pour que Roemer l'y accompagnât. Par cette circonstance ce dernier fut mis en contact avec les hommes de marque que Louis XIV, sur l'initiative de Colbert, avait récemment (1666) groupés en une Académie des sciences.

Déjà alors l'Académie s'adjoignait des étrangers dont les plus connus furent J. D. Cassini, qui devint le premier directeur de l'Observatoire de Paris, Huyghens et enfin Roemer, qui s'y distingua bientôt par d'ingénieuses inventions. Il travailla aux opérations de nivellement que nécessitait l'établissement des eaux de Versailles et fut même désigné comme précepteur du dauphin.

C'est en 1675, alors qu'il était depuis trois ans à Paris, qu'il communiqua à l'Académie sa découverte de la vitesse de translation de la lumière. Les satellites de Jupiter, découverts par Galilée et d'autres vers 1610, avaient fixé l'attention de beaucoup d'astronomes Cassini en avait calculé des tables regardées comme les meilleures à l'époque qui nous occupe. A l'Observatoire de Paris ces satellites furent suivis assidûment. C'est en comparant les résultats des observations avec les prédictions selon les tables de Cassini que Roemer fut mis sur les traces de sa découverte : il constata qu'avant l'opposition de Jupiter les disparitions du premier satellite arrivaient trop tôt, tandis qu'après ce moment les réapparitions du même satellite se présentaient de plus en plus tard; il expliqua ces anomalies systématiques par la transmission successive de la lumière dont il détermina numériquement la valeur. C'était une idée bien hardie pour l'époque et il n'y a rien d'étonnant qu'elle n'ait pas été acceptée immédiatement, d'autant plus qu'elle paraissait en contradiction avec celles de Descartes.

En 1681, Roemer revint dans sa patrie, où il fut reçu avec de grands honneurs et désigné comme directeur de l'Observatoire de Copenhague. Cet établissement était un des plus anciens de l'Europe et présentait un aspect assez singulier : il se présentait sous forme d'une tour monumentale de plus de 35 mètres de hauteur et d'environ 15 mètres de diamètre. Des instruments semblables à ceux que Tycho avait employés un siècle auparavant étaient installés sur la plateforme supérieure. On y avait accès non par un escalier mais par un plan incliné hélicoïdal. Cet accès était si spacieux qu'en 1716 Pierre le Grand fit à cheval l'ascension de cette tour; l'impératrice Catherine le suivait dans un carrosse à quatre roues traîné par six chevaux; toutcet attelage put monter jusqu'au haut de l'Observatoire, faire le tour de la plateforme et en redescendre sans encombre. Roemer avait compris immédiatement que ce bâtiment ne convenait pas aux travaux qu'il avait projetés. L'ascension en était pénible; les instruments et les observateurs y étaient très exposés aux intempéries et, d'ailleurs,

Roemer était peu satisfait des anciens instruments qui s'y trouvaient, souvent des chefs-d'œuvre au point de vue artistique mais peu appropriés à ce qu'il se proposait de faire. Nous le voyons alors construire de ses propres mains un instrument d'un type tout nouveau qu'il installa provisoirement dans sa maison. C'était la première *lunette méridienne* à l'aide de laquelle Roemer détermina des positions absolues et fit de grands efforts pour déceler des parallaxes stellaires. Plus tard, en 1704, il créa de même le *cercle méridien* à son observatoire de campagne établi dans la banlieue de Copenhague. C'était toute une révolution dans l'art d'observer. Roemer entreprit d'importants travaux à cet instrument; d'après le petit fragment qui seul nous en est parvenu nous savons que ces observations étaient les plus précises de l'époque et que leur perte a retardé d'un demi-siècle notre connaissance des mouvements propres des étoiles.

Roemer a publié peu de choses sur ses recherches. Presque tout ce que nous en savons nous a été transmis par Peter Horrebow, son fidèle disciple. Horrebow ne fut pas seulement le successeur de Roemer comme directeur de l'Observatoire de Copenhague, mais il en devint pour ainsi dire l'héritier scientifique. Il donne dans sa *Basis Astronomiæ* publiée en 1735, une intéressante description des instruments et des méthodes du maître. Horrebow n'était pas un homme de l'envergure de Roemer; ses ouvrages — il en publia vingt-trois et eut vingt-trois enfants! — sont souvent obscurs et prolixes; souvent il n'a compris qu'imparfaitement les méthodes du maître et tire des observations de celui-ci des conclusions que Roemer ne se serait certes pas hasardé à publier. Mais ces ouvrages sont très précieux parce qu'ils renferment beaucoup de détails sur les travaux et la personnalité du maître.

Un des chapitres de la *Basis Astronomiæ* est curieux à lire : il est relatif à la parallaxe annuelle de Sirius et Véga. Horrebow y explique longuement le moyen que Roemer voulait employer pour les déterminer. Tout à coup il interrompt son exposé par cette note écrite sous l'impression du moment : « Mais quel bruit entends-je? Un tumulte de gens courant dans la rue, des appels, des roulements de tambour et des sonneries de cloche! Un grand incendie s'est déclaré. Le 20 octobre 1728, à 7 heures du soir. » Suit alors le récit de cet incendie qui détruisit une grande partie de la ville de Copenhague. La maison de Horrebow fut réduite en cendres après que sa famille se fut échappée avec peine; ses manuscrits arrachés à grande peine aux flammes furent

déposés en hâte à l'Observatoire où, quelques instants après, ils furent néanmoins atteints par le feu. Horrebow raconte avec beaucoup de détails, comment, avec des larmes dans les yeux, il ne put qu'assister impuissant à la destruction de ce qui restait des longues années de labeur de son maître et de soi-même.

J'ai rappeler ici ce récit pour expliquer comment il se fait que presque tous les écrits originaux de Roemer ont disparu depuis longtemps et qu'ainsi nous ne les connaissons que par des citations de seconde main. Un manuscrit pourtant n'avait pas été détruit : un recueil de notes de Roemer, réunies par lui en un portefeuille portant l'inscription *Adversaria*, fut remis, en 1739, par la veuve de Roemer à la bibliothèque de l'Université de Copenhague. On ne sait comment ce document qui existe encore, échappa à l'incendie. En 1910, la Société danoise des sciences décida de publier ce manuscrit (1) à l'occasion du bi-centenaire de la mort de l'auteur et mit au concours l'élucidation du contenu astronomique des *Adversaria*.

Attirés par la personnalité originale de l'auteur, je me suis livré à cette analyse (2); j'ai été surpris de trouver dans le manuscrit de l'astronome danois divers points d'histoire intéressants et nouveaux.

La forme peu commode du manuscrit explique en grande partie pourquoi il est resté presque ignoré : c'est, en effet, un recueil de notes, espèce de journal où l'auteur jetait ses réflexions; celles-ci sont présentées sans ordre, touchent aux questions les plus diverses et n'étaient évidemment pas destinées à la publication. Elles sont relatives surtout à des sujets astronomiques, mais on y retrouve les préoccupations de l'auteur en ce qui concerne des questions de physique, de mathématique, etc. Je me bornerai à considérer ici d'un peu plus près trois paragraphes qui m'ont paru particulièrement intéressants.

* * *

C'est d'abord la *détermination des latitudes géographiques.*

Un des moyens les plus simples et en même temps des plus précis

---

(1) *Ole Römers Adversaria,* med Understottelse af Carlsbergfondet udgivne af det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab ved Thyra. Eibe og Kirstine Meyer, Kjöbenhavn, 1910.

(2) Ce travail, couronné par la Société danoise des Sciences, a été fait avec la collaboration de M. A. Tiberghien, conservateur adjoint à la Bibliothèque royale; il paraitra bientôt dans le « Oversigt » de cette Société.

de détermination de la latitude d'un lieu est celui qu'on appelle la *méthode Horrebow-Talcott.*

Supposons qu'on ait trouvé que deux étoiles culminent l'une au nord, l'autre au sud du zénith à la même hauteur sur l'horizon. Si δ_1 et δ_2 sont les déclinaisons de ces étoiles et si φ est la latitude du lieu, on aura

$$\delta_1 - \varphi = \varphi - \delta_2$$

et par suite :

$$\varphi = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$$

Tout consiste donc à trouver un couple d'étoiles connues présentant cette particularité de culminer, de part et d'autre, du zénith à la même hauteur angulaire. En général, cette condition ne sera remplie que d'une manière approximative; par suite du mouvement de précession et d'autres déplacements apparents des étoiles sur la sphère céleste, la condition satisfaite rigoureusement à un instant donné ne le sera plus qu'à peu près au bout d'un certain temps. On a imaginé alors de mesurer, par un micromètre approprié, la différence des hauteurs méridiennes des deux étoiles considérées et de corriger le résultat en conséquence; comme cette opération peut se faire avec une assez grande précision, même avec un petit instrument, le procédé ainsi modifié conduit encore au même but. Il a l'avantage de donner un résultat ne dépendant pas de la lecture de cercles gradués; en effet, les hauteurs elles-mêmes n'y interviennent pas, mais seulement leur différence. L'influence de la réfraction, élément toujours un peu incertain, est éliminée également. Il en est de même de la flexion de l'instrument. Il suffit d'avoir une lunette qui puisse tourner autour d'un axe vertical, de sorte qu'elle prenne, tantôt vers le nord, tantôt vers le sud, la même hauteur sur l'horizon. On s'en assure au moyen d'un niveau de précision, rendu solidaire de la lunette, après que celle-ci est pointée à la hauteur voulue.

Ce procédé s'emploie encore dans de nombreuses opérations astronomiques et géodésiques. C'est grâce à lui qu'a été établi, d'une manière indiscutable, le déplacement de l'axe de rotation de la Terre, produisant le phénomène de la variation des latitudes; c'est par cette même méthode que, suivant une convention internationale, un certain nombre de stations, établies spécialement dans ce but, étudient depuis quelques années ces délicates variations du pôle terrestre, dont la cause renferme encore bien des mystères.

Quel a été le premier inventeur de ce procédé? Talcott, un officier américain, perfectionna la méthode, au milieu du XIXe siècle, par l'adjonction du niveau à la lunette de hauteur, mais on fait remonter à Horrebow, le disciple de Roemer, l'honneur d'avoir appliqué le premier ce que nous appelons maintenant la *méthode Horrebow-Talcott.* Horrebow publia la première fois son procédé en 1732 (1) : « Je communique ici, dit-il, et recommande à l'usage général une nouvelle méthode de détermination de la latitude par les hauteurs réciproques. »

Notre étonnement fut grand, en parcourant le manuscrit de Roemer, d'y trouver exposé le principe de la même méthode (aux p. 6 et 7). Il propose de l'appliquer en faisant usage d'une étoile culminant vers le sud à la même hauteur que la Polaire vers le nord, ou d'attendre

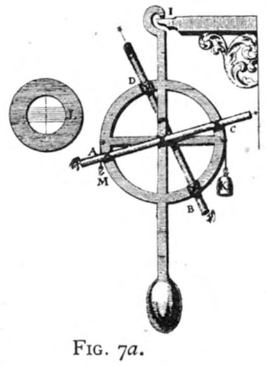


FIG. 7*a*.

FIG. 7*b*.

La lunette des hauteurs correspondantes.

les moments favorables où le Soleil culmine à la même hauteur que la Polaire. Il dit explicitement que la méthode a l'avantage de ne pas exiger de cercles gradués avec précision et qu'elle élimine l'influence de la réfraction. Il dit avoir appliqué ce moyen en campagne et décrit sommairement un instrument qu'il a imaginé dans ce but : c'est précisément la « lunette des hauteurs correspondantes » que Horrebow décrits dans a *Basis Astronomiæ* (fig. 7*a*) et qu'il paraît avoir employée

(1) Dans son *Atrium Astronomiæ*, p. 50. On y voit que, déjà en 1729, Horrebow avait communiqué son procédé à Delisle. Cet ouvrage a été réimprimé dans le volume III des *Opera mathematico-physica*, de Horrebow, publié à Copenhague en 1740-42.

surtout pour la détermination de l'heure. La lunette d'observation AC est fixée sur un cercle, solidaire d'une tige maintenue verticale par un poids et pouvant pivoter autour du point I où, par un crochet, elle s'appuie sur une potence. En faisant tourner la lunette avec la tige, la visée se fait toujours à la même hauteur, tantôt vers le nord, tantôt vers le sud. Au foyer de la lunette est placé un réticule L formé d'une série de fils horizontaux parallèles dont les intervalles connus servaient à estimer les différences de hauteurs. Horrebow, à l'exemple de Roemer, employait cette lunette pour la détermination de l'heure par la méthode des hauteurs correspondantes, ce pourquoi il se servait du poids mobile K, mais nous n'insisterons pas ici sur ce détail. A côté du dessin publié par Horrebow, nous avons reproduit (fig. *7b*) le croquis sommaire tiré des *Adversaria*. La première figure a été réduite à l'échelle de la seconde. On voit qu'il ne peut y avoir de doute sur l'identité des deux instruments.

Il est étrange que Horrebow, qui travailla de longues années avec son maître, ne paraît pas soupçonner que Roemer avait pensé, bien avant lui, à la méthode qu'il annonce comme sa propre découverte. Il serait injuste, toutefois, de soupçonner Horrebow de s'être approprié une idée originale que Roemer n'avait publiée nulle part; partout l'élève parle avec beaucoup de vénération de son maître; il s'en dit seulement le porte-parole; il déclare ailleurs n'avoir d'autre mérite que celui d'exposer systématiquement les inventions que le maître, surpris par la mort, n'avait pas eu le temps de publier. Dans ce cas, il parle pourtant comme si lui-même avait trouvé le premier la méthode qui nous occupe.

Comme nous venons de voir, il est incontestable que la première idée en est due à Roemer. Historiquement, il est donc plus exact de dire la méthode *Roemer-Talcott* plutôt que la méthode *Horrebow-Talcott* pour la détermination des latitudes.

* * *

Voyons maintenant ce qui est relatif au *Passage de Mercure du 5 mai 1707*. Depuis qu'en 1631, Gassendi avait observé le premier un passage de la planète Mercure sur le disque du Soleil, ces phénomènes assez rares avaient été suivis avec le plus vif intérêt. Leur observation constituait un excellent moyen de corriger les éléments du mouvement de Mercure, planète difficile à observer en temps ordinaire. Les tables

du mouvement de cet astre étaient, à cause de cela, encore fort peu précises et on rencontrait des différences considérables lorsqu'on cherchait à prévoir les circonstances des passages de Mercure en se servant de telle éphéméride plutôt que de telle autre.

Le manuscrit de Roemer porte la trace des calculs laborieux qu'il avait entrepris pour prévoir le mieux possible les conditions de visibilité du phénomène en 1707. Il était arrivé à la conclusion que le milieu du passage arriverait dans la nuit du 5 au 6 mai de cette année et qu'il serait donc invisible à Copenhague; comme il se passerait plusieurs heures entre l'entrée et la sortie de la planète les seules chances de voir une partie du passage se présenteraient aux environs du coucher du Soleil le 5 mai ou le matin du 6 mai au lever du Soleil.

En effet, le matin du 6 mai, Roemer, guettant le Soleil qui se levait dans un ciel serein, aperçut un moment la planète tout près du bord du Soleil. Celui-ci n'était levé que de quelques minutes que déjà Mercure atteignait le bord de l'astre du jour pour disparaître bientôt. Roemer, seul parmi tous ses contemporains, avait réussi à voir le phénomène rarissime. Partout ailleurs, en France, en Italie, en Allemagne, les observations furent négatives malgré un ciel favorable. Ni le soir du 5 mai, ni le matin du 6, les astronomes de ces pays ne parvinrent à apercevoir la planète.

Il m'a paru intéressant de rechercher, à l'aide des tables modernes, comment le phénomène s'était présenté dans les divers pays. J'ai employé à cet effet les tables du Soleil et de Mercure établies par Newcomb dans ses *Astronomical Papers*. Elles donnent les éléments suivants pour le centre de la terre :

1er contact	7 h.	33 m.	2	temps moyen de Greenwich		5 mai 1707
2e »	7	36	5	»	»	
3e »	15	26	4	»	»	
4e »	15	29	4	»	»	

Au moment du premier contact, le 5 mai, à 7 h. 33 m. du soir, le Soleil se couchait sur une ligne passant par Stavanger (Norvège), le centre de l'Angleterre, Brest et la pointe occidentale de l'Espagne. En tous les pays situés à l'est de cette ligne, la Russie, l'Allemagne, le Danemark, l'Italie, la majeure partie de la France et l'Espagne, le Soleil était déjà couché lorsque la planète entamait le disque solaire. Au contraire, dans la moitié occidentale de l'Angleterre, en Écosse et

en Irlande, l'entrée de la planète pouvait se voir quelques minutes avant le coucher du Soleil.

De même au moment du dernier contact, le 6 mai, à 3 h. 29 m. du matin, le Soleil était à l'horizon pour tous les points d'une ligne traversant obliquement l'Europe depuis Bergen (Norvège) jusqu'à Athènes en passant au voisinage de Berlin et de Vienne. A l'est de cette ligne, donc en Suède, au Danemark, dans la partie orientale de

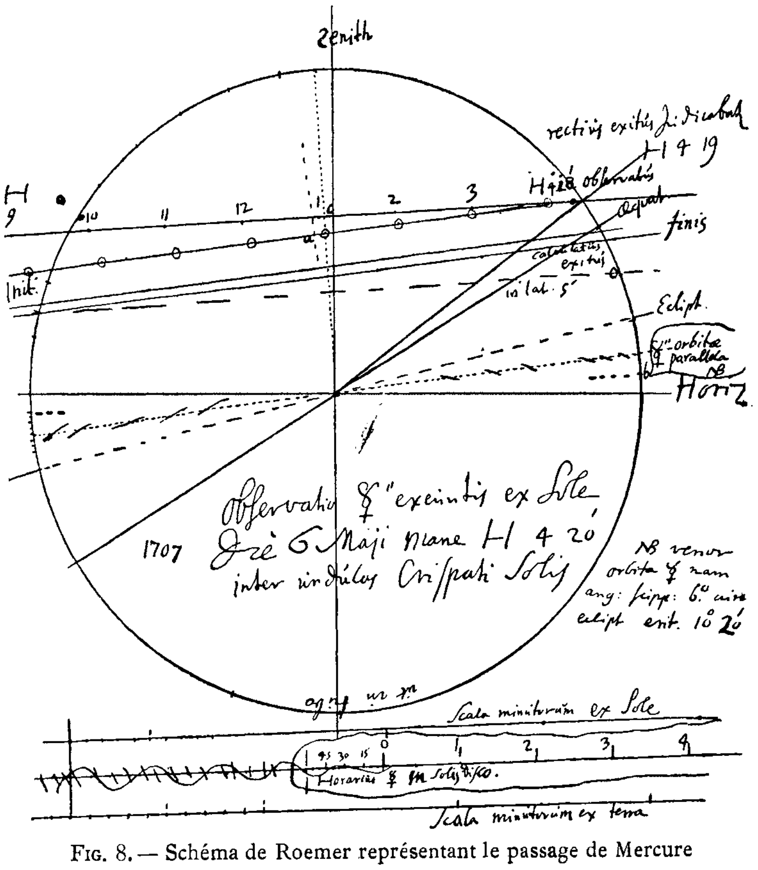


Fig. 8. — Schéma de Roemer représentant le passage de Mercure sur le Soleil en 1707.

l'Allemagne et de l'Autriche, ainsi que dans les pays d'Orient, la fin du passage pouvait se voir pendant un certain temps après le lever du Soleil, tandis que la sortie était invisible en Angleterre, en France, en Italie et dans la plus grande partie de l'Allemagne.

Ces résultats du calcul sont conformes aux constatations faites en ces divers pays; ils expliquent l'insuccès des observations en France, en Italie, en Allemagne et montrent comment, grâce à une position géographique favorable, Roemer a pu voir ce que nul autre en Europe n'avait pu découvrir.

J'ai calculé, en outre, les circonstances du phénomène spécialement pour l'Observatoire de Roemer. Le troisième contact s'y faisait le 6 mai, à *4 h. 19 m., 8* du matin (temps vrai local), tandis que la fin du phénomène ou le quatrième contact avait lieu à *4 h. 22 m., 8.*

Ces données correspondent remarquablement bien avec les résultats obtenus par Roemer. Ceux-ci sont inscrits sur la curieuse figure 8 reproduite ci-contre; elle représente Mercure sortant du disque solaire. Une oblique portant les chiffres 4, 3, 2... joint les positions successives que, d'après l'auteur, la planète a occupées d'heure en heure pendant la nuit du 5 au 6 mai; cette droite se termine à un point plus gros portant l'indication: 4 h. 18 m. observé, correspondant à l'endroit où la planète apparut aux yeux de Roemer, alors qu'elle était déjà bien près du bord du Soleil. En travers de la figure l'auteur note: « Observation de Mercure sortant du Soleil le 6 mai, à 4 h. 20 m. du matin », et au haut : « La sortie est estimée plutôt à 4 h. 19 m. » Nous voyons qu'il hésite à fixer le moment de la sortie à une minute près; si, d'autre part, nous remarquons que, d'après le calcul, le Soleil n'avait paru à l'horizon que depuis une dizaine de minutes, il n'y a pas lieu de s'étonner de son hésitation; l'auteur ajoute d'ailleurs comme remarque ***inter undulas crispati solis*** pour montrer combien l'observation était difficile et incertaine. Il est tout naturel que par suite de ces circonstances la planète lui soit échappée quelques instants avant sa disparition véritable.

L'examen de la figure ci-contre ne laisse aucun doute sur l'authenticité de l'observation de Roemer. Ce tracé est d'autant plus intéressant qu'à défaut d'en connaître l'existence, le célèbre astronome anglais Halley mit en doute le résultat de Roemer qui, en certains points, ne s'accordait pas bien avec ses prédictions à lui. Il l'est d'autant plus qu'en 1835 Baily (1), étudiant la correspondance de Flamsteed, y trouva l'indication d'une prétendue observation du phé-

(1) Baily, « Some Account of the Transit of Mercure over the Sun, observed by Mr. A. Sharp in the year 1707», *Monthly Notices of the R. A. S.*, t. III, pp. 105-107. London, 1835.

nomène en Angleterre, observation dont il oppose le résultat à celui de Roemer qui en diffère notablement. L'observation faite en Angleterre était due à Abraham Sharp, élève et collaborateur de Flamsteed, qui résidait alors à Little Horton, près de Bradford. Sharp écrivit en effet à Flamsteed qu'il avait aperçu le Soleil à 4 h. 52 m. 5, le matin du 6 mai, sortant d'un banc de nuages au moment où la planète était sur le point de quitter le disque solaire. Mais il présente son observation avec beaucoup de réserve et n'est pas bien sûr que la tache noire qu'il a vue était bien la planète. Baily conclut un peu trop vite que l'observation de Sharp répondait à la réalité parce qu'il lui paraissait que la position de la prétendue planète, indiquée par ce dernier, correspondait mieux à la prédiction de Halley que l'indication de Roemer. Mais il passe sous silence que l'heure donnée par Sharp diffère d'une heure et demie du moment noté par Roemer, lorsqu'on tient compte de la différence de longitude entre les deux observateurs. Une erreur de Sharp dans l'inscription de l'heure ne pourrait pas plus expliquer les choses, car nous avons vu plus haut que la sortie de Mercure était tout à fait invisible en Angleterre. La planète avait déjà quitté le disque solaire alors que celui-ci se trouvait encore bien en dessous de l'horizon de Little Horton où Sharp observait. D'aucune façon ce dernier n'a donc pu voir Mercure sur le Soleil et c'est bien à tort qu'on a voulu opposer son témoignage à celui de Roemer, qui est en parfaite concordance avec les données modernes.

Le seul reproche qu'on pourrait adresser à l'astronome danois c'est sa trop grande modestie, car nulle part il ne publia son observation, qu'il considérait comme trop peu sûre. Il préférait, dit-il, attendre qu'elle soit confirmée par des constatations en d'autres endroits. Cette constatation n'arrivant évidemment pas, puisque le phénomène était invisible dans l'Europe centrale et occidentale où seul des observateurs le guettaient, Roemer laissa son observation dans l'oubli. Ce n'est qu'après sa mort que l'astronome français Delisle, passant à Copenhague vers 1720, retrouva cette observation dans les registres de Roemer qui étaient encore intacts alors et la communiqua entre autres à Halley. Sans la publication des *Adversaria*, le doute au sujet de l'observation de Roemer existerait encore.

* * *

Nous dirons enfin quelques mots de la manière dont Roemer tenait compte des corrections instrumentales de son cercle méridien, le pre-

mier instrument de ce type, qu'il avait inventé et installé dans son observatoire de campagne à Pilenborg, dans la banlieue de Copenhague. Horrebow fait la description de cet instrument dans son ouvrage *Basis Astronomiae* dont nous extrayons la figure 9 ci-dessous. On voit en AD le tube de la lunette qui tourne dans le plan du méridien par une rotation autour de l'axe horizontal C. Les lentilles achromatiques n'étaient pas encore connues à cette époque; le seul moyen

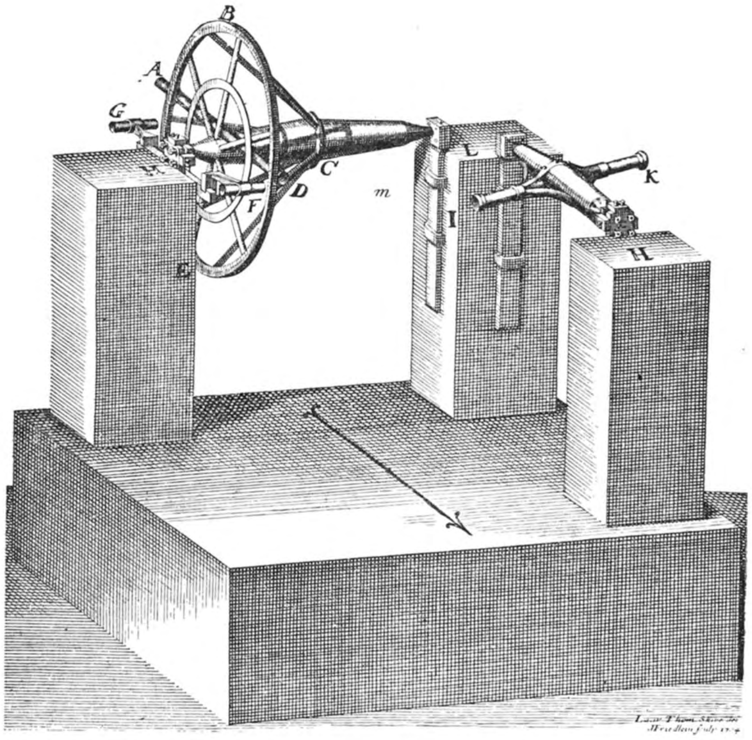


Fig. 9. — Le cercle méridien de Roemer.

de réduire l'achromatisme consistait alors à donner un très faible rapport d'ouverture aux objectifs. C'est ce qui explique pourquoi le tube de la lunette paraît démesurément long en proportion de son diamètre. La lunette est fixée sur un limbe circulaire ABDE qui a la forme d'une roue à six rayons; ce limbe porte la graduation permettant de lire la hauteur angulaire de l'instrument sur l'horizon; six tringles

obliques réunissent le cercle au milieu de l'axe de rotation, dont il est rendu ainsi bien solidaire. Deux microscopes fixes G et F portés par le pilier H servent à lire la position du cercle.

On voit immédiatement que cet instrument, que l'inventeur appela *Rota meridiana*, donnait à la fois les heures de passage et les hauteurs des astres au méridien; il permettait donc de fixer directement leur position absolue en ascension droite et en déclinaison. A une époque où les positions des astres se déterminaient encore par des quadrants verticaux, des secteurs zénithaux ou d'autres instruments employés hors du méridien, l'innovation du cercle méridien était d'une importance capitale dans l'astronomie de position et on peut dire que c'est dans sa paisible retraite de Pilenborg que Roemer jeta les bases de l'astronomie pratique moderne.

La figure ci-dessus montre vers la droite une autre lunette, plus simple celle-là et servant à l'observation des passages dans le premier vertical; nous n'insisterons pas ici sur les avantages de cette disposition pour des recherches telles que la fixation du moment des équinoxes, la détermination de la parallaxe solaire indépendamment de la réfraction et d'autres sujets dans lesquels Roemer a exercé ses remarquables facultés d'intuition.

Revenons maintenant à son manuscrit et considérons d'un peu plus près les pages 231 à 234 intitulées *Machinae Pilenburgicae Errores*. Le texte est accompagné de figures géométriques dont nous reproduisons les trois plus intéressantes (fig. 10, 11, 12).

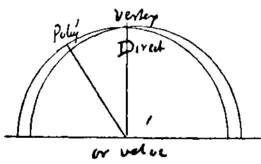


FIG. 10.

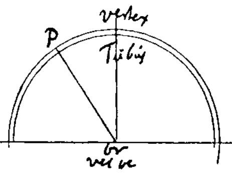


FIG. 11.

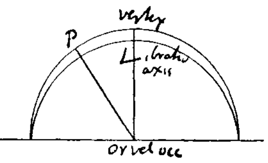


FIG. 12.

Tout comme nous le faisons encore de nos jours, l'auteur distingue trois erreurs instrumentales, qui font dévier de façons différentes l'instrument de sa position théorique.

C'est d'abord l'écart entre l'axe de rotation de l'instrument et la direction est-ouest; cet écart, désigné par D (*Directio*) n'est autre que ce que nous appelons l'*azimut* de l'instrument. L'auteur y fait correspondre la figure schématique ci-dessus (fig. 10), représentant une

projection de la demi-sphère céleste sur le plan du méridien. Le schéma montre que par suite de l'erreur d'azimut l'instrument décrit un grand cercle passant par le zénith (*vertex*) mais faisant un certain angle avec le méridien; celui-ci est figuré par le demi-cercle passant par le pôle céleste (*polus*).

Vient ensuite le défaut de perpendicularité du tube de la lunette — ou plutôt de son axe optique — sur l'axe de rotation de l'instrument. C'est l'écart que nous désignons par ***collimation*** et que Rœmer nomme T (***tubus***). La figure 11 montre immédiatement que l'instrument décrit, sous l'effet de cet écart, non plus un grand cercle, mais un petit cercle parallèle au méridien et voisin de celui-ci.

Enfin le manque d'horizontalité de l'axe de rotation a pour effet de faire décrire à l'instrument un grand cercle coupant celui du méridien au points nord et sud de l'horizon, comme le montre le dernier schéma (fig. 12). Cette troisième erreur instrumentale. que nous connaissons sous le nom d'***inclinaison*** est appelée par l'auteur : ***Libratio axis*** (L).

Rœmer tachait de réduire ces trois erreurs instrumentales à de petites quantités, l'azimut par des observations d'étoiles circompolaires à leur passage supérieur et inférieur, la collination en retournant l'instrument pointé sur un objet éloigné et l'inclinaison au moyen d'un fil à plomb. Il savait qu'il était difficile, sinon impossible, de réduire ces erreurs à zéro et de les maintenir telles; plutôt que de s'évertuer à refaire constamment ces réglages, il détermine la valeur des erreurs instrumentales et applique par le calcul les corrections qui sont à faire aux observations pour en tenir compte. C'était un progrès notable pour l'époque.

Il suppose que les trois erreurs instrumentales soient chacune d'une minute d'arc et met sous forme de tableau les corrections correspondant aux divers déclinaisons des astres observés. Il suffit évidemment de multiplier les nombres de cette table par la valeur des erreurs instrumentales exprimées en minutes d'arc pour avoir les corrections cherchées. La table est calculée pour une latitude de 55°, voisine de celle de Copenhague. Elle est tout à fait semblable à celles qu'on emploie actuellement dans tous les observatoires. Pour les erreurs d'azimut et d'inclinaison les corrections sont différentes suivant qu'il s'agit d'un passage au méridien supérieur ou d'un passage sous le pôle, ce qui nécessite une double colonne dans le tableau. Une note inscrite sur le côté du tableau indique comment il a été calculé, du

moins en ce qui concerne les colonnes relatives à *D* et *L*. Roemer donne, en effet, la règle suivante : « Le sinus de la distance polaire de l'astre est au sinus de sa distance à l'intersection, comme l'erreur supposée de 1' est à la correction cherchée. » Pour comprendre ce qu'il entend par « la distance de l'astre à l'intersection » il suffit de se reporter aux figures 10 et 12, pour voir qu'il s'agit de l'intersection du grand cercle, que décrit l'intrument, avec le méridien. Pour l'erreur D il s'agit donc du zénith, pour l'erreur L du point sud ou du point nord de l'horizon.

Si nous désignons par δ la déclinaison de l'astre observé et par a sa distance zénithale, la règle ci-dessus, exprimée algébriquement, donne pour les corrections :

Azimut. . . . . $D \dfrac{\sin a}{\cos \delta}$

Inclinaison . . . $L \dfrac{\cos a}{\cos \delta}$

C'est précisément sous cette forme que furent publiées en 1775 les célèbres formules que *Tobie Mayer* (1723-1762) établit pour corriger ses observations au quadrant mural de l'Observatoire de Göttingue. En réalité, dès 1756, il avait présenté les résultats de ses observations à l'Académie de Göttingue; mais ce travail ne fut publié qu'après sa mort. Comme nous venons de voir, Roemer l'a précédé ici d'un demi-siècle; mais l'astronome danois s'était contenté d'établir pour son usage personnel ces formules que tous les astronomes employent maintenant sous le nom de *Formules de Mayer*.

Nous disions plus haut que, historiquement parlant, il serait plus exact de dire la méthode Roemer-Talcott plutôt que la méthode Horrebow-Talcott pour la détermination des latitudes. Cette fois nous voyons de même qu'il serait plus légitime d'appeler du nom de Roemer les formules des corrections instrumentales que l'on attribue d'ordinaire à Tobie Mayer.

* * *

Ces quelques exemples montrent combien les travaux de Roemer sont remarquables pour leur époque. La publication de son manuscrit ressuscite pour ainsi dire la figure de cet homme qui exerça une si grande influence sur la science astronomique de son temps.

Si les ouvrages de Horrebow avaient fait connaître la plupart des

idées originales de son maître, la publication des *Adversaria* de Roemer nous en a apporté quelques autres. Aussi faut-il louer l'initiative qu'a prise la Société Royale des Sciences de Copenhague de faire cette publication à l'occasion du bicentenaire de la mort d'une des premières illustrations du Danemark.

Uccle, avril 1913. G. VAN BIESBROECK.

LA THÉORIE DE LA CHUTE DES GRAVES

(*Suite.*)

On peut dire, dans un certain sens, que les anciens ont considéré la chute des corps comme un phénomène élémentaire. Ils n'en ont pas distingué la partie principale, due à l'attraction newtonienne de la masse terrestre, des diverses perturbations et particulièrement de celle provenant de la présence de l'air. Les lois qu'ils ont formulées s'appliquent donc toujours au cas où la chute se fait dans un milieu dont la densité n'est pas nulle. Aristote et ses commentateurs, ignorant la loi d'inertie, croyaient d'ailleurs que dans le vide la vitesse d'un corps était infinie.

La loi qui domine toute la dynamique péripatéticienne est l'égalité de la force appliquée à un corps au produit de la vitesse par le poids de celui-ci. Elle conduit à ce principe énoncé par Aristote : la force agissant sur un mobile est à chaque instant proportionnelle à la vitesse de ce dernier. Ce principe paraît évident, mais résulte d'observations grossières. La vitesse d'un corps qui tombe croît, la force qui lui est appliquée doit donc croître aussi. Le Stagyrite attribue par suite l'accélération du mouvement à un accroissement de gravité. Certains auteurs du moyen âge expliquent l'accélération par le mouvement de l'air ; c'est l'hypothèse choisie par le mécanicien inconnu appelé par M. Duhem : le précurseur de Léonard de Vinci. Pour Benedetti, elle est due à l'addition des impulsions successives de la gravité.

Le peu de vraisemblance d'une variation aussi rapide de la gravité avait frappé R. Bacon. Il fit voir qu'en l'admettant, on était conduit à cette conséquence paradoxale que toutes les balances étaient instables. Car soient A et B les poids égaux suspendus au fléau d'une balance. Abaissons A d'une certaine quantité; B est élevé de la même quantité. Si l'on admet l'axiome d'Aristote, A est devenu plus lourd, B plus

léger; il n'y a donc plus équilibre et le fléau de la balance devient vertical. *Hoc est contra sensum*..., conclut-il.

En réalité, le paradoxe de Bacon prouve seulement que, dans le domaine qu'il considère, les variations de la gravité sont excessivement petites. Les expériences de Jolly et de Keller, dont nous dirons un mot plus loin, ont montré que ces variations n'étaient cependant pas nulles.

La loi de l'accroissement de la pesanteur quand l'altitude diminue a été formulée par Jordanus de Nemore sous forme d'aphorisme : *Gravius esse in descendendo quando ejusdem motus ad medium rectior*. Cette conclusion ne fut toutefois pas universellement admise. Ceux qui, dédaignant l'étude des lois de la chute des corps, ne considéraient que l'ancienne doctrine : « tout corps cherche son lieu », furent amenés à attribuer à la pesanteur une intensité partout la même. Les scolastiques admettaient que la gravité totale (pour eux, ignorant l'existence de la force centrifuge, gravité et pesanteur sont synonymes) se subdivisait en gravité actuelle et gravité potentielle, de telle sorte que la somme de ces deux composantes fut constante. La gravité actuelle diminuait à mesure que le centre de gravité du corps s'approchait du centre de la Terre; elle se transformait en gravité potentielle. Si l'on admet que la gravité actuelle joue le même rôle que la gravité usuelle, on est conduit à cette proposition de Beaugrand (1635) : un corps pesant devient plus léger en s'approchant du centre de la Terre. Cette théorie, déjà défendue par Albert de Saxe, a été aussi soutenue par Fermat (1636).

4.—De la proportionnalité de la force à la vitesse, on a vite déduit celle de la vitesse au poids, puis celle de la vitesse au volume. Cette dernière loi de mouvement a été formulée dans un ouvrage intitulé : *Liber Euclidis de gravi et levi*, attribué à Euclide. Elle paraît d'accord avec l'expérience vulgaire, et comme telle a été admise par nombre d'anciens physiciens parmi lesquels nous citerons Jordanus de Nemore, Léonard de Vinci, Tartaglia. Benedetti (1), attaquant la physique scolastique, soutint que des corps de même substance et de volume différent tombent avec la même vitesse. Sous cette forme, la proportion est erronée, comme l'ont montré les expériences de Stevin

(1) Les travaux de Benedetti ont été étudiés d'une manière approfondie par M. Vailati : « Le speculazioni di Giovanni Benedetti sul moto dei gravi », *Atti della R. Ac. di Torino*, t. XXXIII, 1898, p. 359.

et de J. Grotius. La loi de Benedetti ne s'applique, en effet, qu'à une chute effectuée dans le vide. Il n'en est pas moins vrai que cet auteur a pressenti l'indépendance de la vitesse et du poids, et a ainsi préparé les découvertes de Galilée. Ajoutons encore que cette indépendance avait été soupçonnée par divers auteurs, qui avaient remarqué que la vitesse croissante d'un corps qui tombe n'altérait pas le poids de ce dernier (1). Galilée, après avoir admis la loi de Benedetti, s'aperçut plus tard qu'elle n'était exacte que dans le vide. Il l'énonça sous sa véritable forme dans les *Discorsi*, à savoir : dans le vide, tous les corps tombent également vite, mais sans pouvoir en donner une vérification expérimentale.

5. — Galilée a, le premier, découvert les lois de la chute des corps(2). Comme Képler dans ses recherches sur la mécanique céleste, comme Newton le fera plus tard dans ses études sur la résistance de l'air, il fait diverses hypothèses pour établir les relations existant entre les inconnues du problème. L'hypothèse de la proportionnalité de la vitesse à l'espace parcouru lui paraissant contradictoire, il admet que cette proportionnalité existe entre la vitesse et la durée de chute. Un raisonnement ingénieux, qui s'inspire implicitement de l'analyse infinitésimale, lui fait alors découvrir la proportionnalité de l'espace parcouru au carré de cette durée. C'est cette relation entre quantités aisément susceptibles de mesure, qui sera soumise au contrôle de l'expérience.

(A suivre.) CHARLES FRANÇOIS.

OBSERVATIONS.

M. le major Bastien, dont l'on sait la participation aux travaux de délimitation de la frontière orientale du Congo qui le sépare de l'Afrique orientale allemande, nous communique une lettre fort intéressante qui lui arrive des régions où il a, il y a quelques années, exécuté ses travaux scientifiques. Elle émane de M. Victor Brouhon, chef du poste de Goma, et est adressée à l'un de ses amis en Belgique; il y relate d'intéressants phénomènes volcaniques dont la région du Kivu a été le théâtre en décembre dernier. On sait que le lac Kivu,

(1) Parmi ces auteurs, on peut citer Benedetto Varchi (1554).

(2) MACH, *loc. cit.*, p. 122.

p'us élevé que le Tanganyka, remplit une des dépressions profondes du grand « Graben » occidental africain, qui commence par 8°45' de latitude sud, au sud du Tanganyka et se prolonge par les lacs Kivu, Albert et Albert-Edouard, dans la région du Nil Blanc, jusque vers Dufile. Les bords du graben sont en général très relevés (2 000 à 3 000 mètres au Tanganyka, 2000 au Kivu) au-dessus de la vaste dépression qu'ils limitent et au nord du Kivu des volcans nombreux se sont frayés passage dans la région faillée du bord occidental du graben, qui prend ici la direction générale du nord-est. Le massif volcanique du Kivu s'appelle aussi massif des Virunga (pluriel de Kirunga qui signifie monte haut dans les nuages); il y a là huit volcans, qui se divisent en trois groupes : de l'est, du centre et de l'ouest. Les trois volcans de l'est, qui se trouvent sur une même ligne de fracture, sont éteints et portent les noms de Muhavura (4 127 mètres), Kama ou Mkaninga (3 473 mètres) et Sabinio (3 647 mètres); au centre, les trois volcans, également éteints, de Wissako (3 800 mètres), Mukuru-Mabi ou Wikeno (4437 mètres) et Karissimbi (4 506 mètres), couvert de neige, forment un triangle; enfin, à l'ouest, immédiatement au nord du Kivu, les deux grands volcans de Tsha-Nina-Gongo (3 469 mètres) et Nyamlagira (3 056 mètres) sont toujours en activité; c'est d'eux qu'il sera questien plus loin. Ils ont été découverts et visités en 1894 par le comte von Götsen : leurs cratères ont de 1 000 à 1 200 mètres de diamètre. De Goma, station belge sur la rive nord du Kivu, toute cette chaîne de volcans apparaît au nord avec plusieurs sommets couverts de neige; de Rutschuru, au nord de la chaîne (située sur la rivière du même nom qui appartient au bassin du Nil et se déverse dans le lac Edouard), le demi-cercle de ces volcans neigeux, qui se déroule vers le sud, présente aussi un coup d'œil admirable et inoubliable (1). Voici maintenant la lettre de M. Victor Brouhon, commandant le poste de Goma :

« Goma, le 25 décembre 1912.

» ... Je rentre de route et t'annonce bien vite une terrible nouvelle, non pas pour moi, mais pour les indigènes; un volcan s'est réveillé brusquement le 6 décembre; ce n'est pas un des grands, mais un nou-

(1) Nous avons emprunté les quelques notes explicatives précédentes à deux sources qui sont : « Aux sources du Nil », par le lieutenant VERVLOET, *Bull. Soc. belg. géog.*, 1909, p. 255, 395; 1910, p. 108, 243, et *Der aktive Vulkanismus auf dem Afrikanischen Festland,* par HANS SIMMER, München, 1906.

veau qui se trouve entre Catérusi et Lulanga (1); actuellement cinq torrents de lave se déversent dans le Kivu; la petite baie de Catérusi n'existe plus et la grande est en ébullition. Le 23 j'arrivai au nord du lac, juste en même temps que Klein, qui revenait de Walikali; nous croyions pouvoir retourner par le lac, mais impossible de supporter même cent mètres de navigation; nous sommes donc revenus à pied et avons logé sur la montagne de Lulanga; impossible d'ouvrir une tente pendant deux jours; il a plu des cendres; à plusieurs endroits il y en avait une couche d'un mètre; toutes les plantations sont brûlées depuis Muvuni jusque Rutschuru. A Masizi il n'y a plus rien, plus même de bananeraie; heureusement que le vent a poussé cette pluie de cendres vers le nord et le nord-ouest, sans cela on aurait pu plier bagages ici; du haut de la montagne de Lulanga, d'où j'ai contemplé ce spectacle, c'était effrayant; on aurait cru que la fin du monde avait commencé; toutes les minutes, des explosions formidables faisaient tout trembler et cela n'a pas l'air de vouloir finir. Le nouveau cratère est grand comme celui du mont Goma; il y en a encore un autre qui menace, à cent mètres du grand cractère du Nyamlagira et un plus petit d'où sort continuellement une forte colonne de fumée et très souvent du feu..., tu n'as jamais vu le lac aussi haut, l'eau passe derrière la cabine de bain et cela non plus n'a pas l'air d'en finir; il y a tous les jours des orages épouvantables; quand le vent tourne, la tête tourne aussi par suite de l'odeur des gaz irrespirables qu'il amène, etc...

» VICTOR BROUHON. »

---

(1) D'après M. Bastien, ce volcan doit être situé par environ 29°6' longitude est de Greenwich et 1°31' latitude sud. Une éruption du même volcan a eu lieu en mai 1904 et a formé une traînée de lave de 500 mètres de large jusqu'au Kivu, distant de 8 kilomètres.

Bulletins mensuels

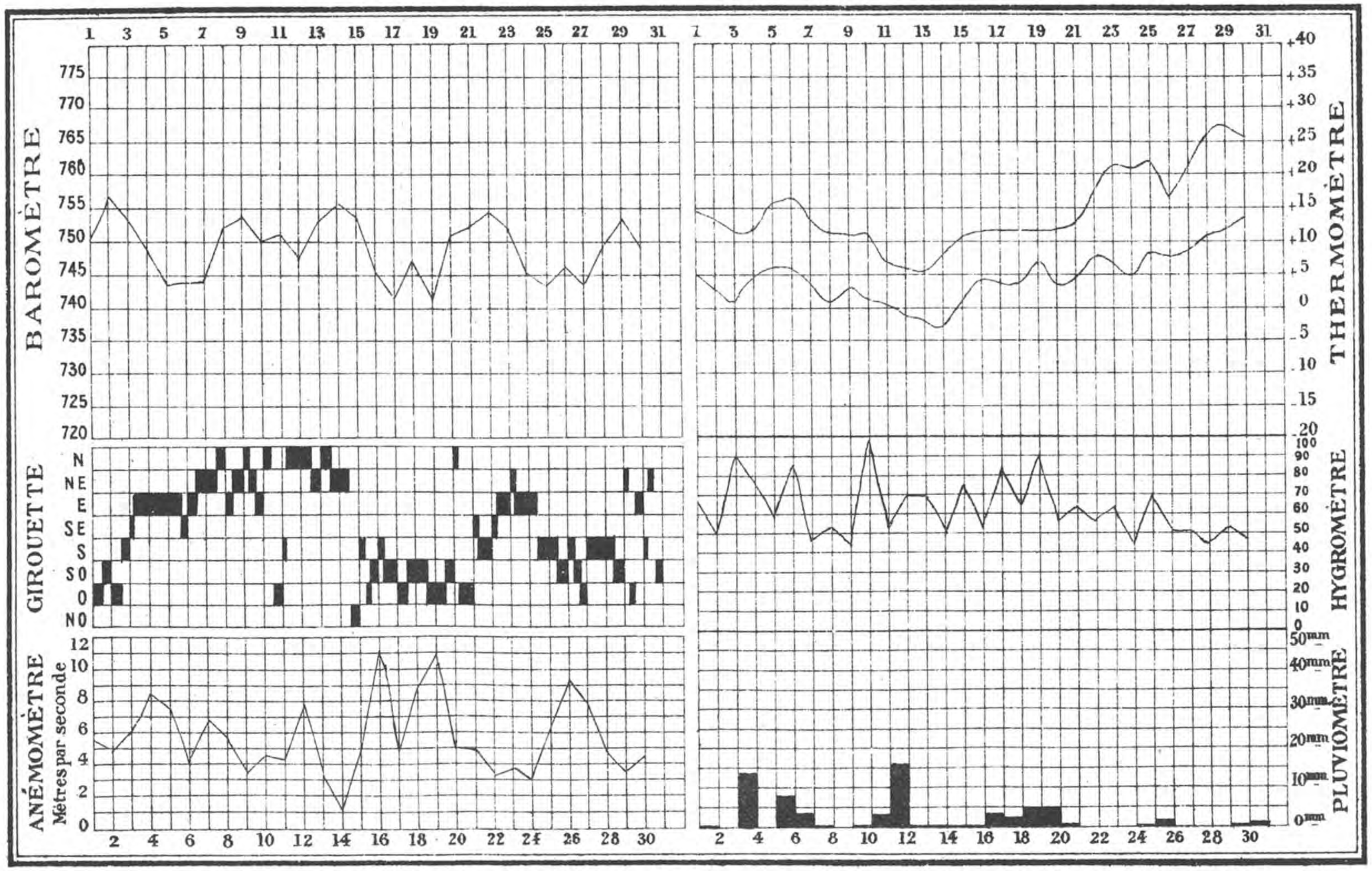
BULLETIN DU CLIMAT DE LA BELGIQUE (Avril 1913)

Observations d'Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	Avril 1913
Hauteur barométrique moyenne à midi . . .	751,5mm	749,4mm
Hauteur barométrique moyenne la plus élevée .	757,5	—
Hauteur barométrique moyenne la plus basse .	745,2	—
Température moyenne du mois	9°0	9°7
Température moyenne la plus élevée	12,6	—
Température moyenne la plus basse	5,3	—
Maximum thermométrique absolu	26,2	26,6
Minimum thermométrique absolu	—4,8	—2,5
Nombre de jours de gelée .	2	3
— maximum . . .	10	—
— minimum . . .	0	—
Vents dominants (proportion sur 100)	SW (21), NE (16), W (15), E (14).	E (17), SW (17), S (15), NE (15).
Vitesse moyenne du vent .	4,5	5,8
Humidité moyenne à midi .	64,3	62,8
Hauteur totale d'eau recueillie.	46mm	72,6mm
Hauteur maximum . . .	124	—
Hauteur minimum . . .	1	—
Nombre de jours d'eau recueillie	15	22
Nombre de jours d'orage .	1.3	1
— — de neige .	2	3
— — de grêle .	2	2
Heures de soleil (total possible).		414 h.
— (total observé). .		167 h. 55
Nombre de jours sans soleil.		4

N. B. — L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. La température moyenne est déterminée d'après les maxima et les minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm1.

OBSERVATIONS D'UCCLE — Avril 1913



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

Avril 1913	UCCLE			FURNES			OSTENDE			MAESEYCK			LIÉGE			SPA			ARLON		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	14.9	5.2	10.0	9.2	0.0	4.6	8.3	3.2	5.7	15.5	7.4	11.4	14.8	7.8	11.3	15.0	6.0	10.5	14.2	4.3	9.2
2	13.9	3.2	8.5	11.9	2.9	7.4	12.0	4.0	8.0	14.8	3.5	9.1	14.2	5.2	9.7	12.2	4.0	8.1	10.7	1.8	6.2
3	12.4	2.1	7.2	12.6	1.9	7.2	12.0	3.2	7.6	13.3	1.4	7.3	12.6	1.8	7.2	11.6	—0.5	5.5	9.9	1.1	5.5
4	8.0	3.2	5.6	10.2	4.4	7.3	9.7	6.5	8.1	9.3	4.4	6.8	8.8	5.4	7.1	8.9	0.8	4.8	7.4	3.0	5.2
5	16.0	5.7	10.8	10.8	6.5	8.6	10.8	6.8	8.8	17.5	5.5	11.5	17.5	6.0	11.7	16.5	4.5	10.5	17.0	4.9	10.9
6	16.3	5.9	11.1	12.5	6.3	9.4	11.4	7.0	9.2	17.2	7.4	12.3	16.2	7.7	11.9	18.0	6.5	12.2	13.3	4.4	8.8
7	17.9	3.9	10.4	12.6	5.4	9.0	13.8	6.0	9.9	14.3	2.8	8.5	13.8	3.7	8.7	14.2	2.0	8.1	16.7	2.0	9.3
8	10.7	0.6	5.6	10.0	3.0	6.5	8.5	4.9	6.7	15.1	—1.1	7.0	8.2	0.3	4.2	5.4	—1.2	2.1	8.2	1.8	5.0
9	9.1	2.7	5.9	9.8	3.8	6.8	8.6	3.8	6.2	10.5	3.0	6.7	8.0	3.3	5.6	7.0	1.5	4.2	7.6	0.3	3.9
10	11.2	2.0	6.6	11.0	4.1	7.5	9.5	6.0	7.7	12.8	1.7	7.2	10.2	3.0	6.6	9.8	0.5	5.1	8.8	—0.8	4.0
11	7.1	1.9	4.5	9.3	3.8	6.5	8.6	4.4	6.5	7.9	2.0	4.9	6.8	0.6	3.7	5.0	0.8	2.9	3.8	—1.3	1.2
12	6 6	— 1.6	2.5	8.3	0.0	4.1	7.0	0.4	3.7	5.4	—1.0	2.7	5.0	—1.0	2.0	4.5	—2.0	1.2	5.1	—2.6	1.2
13	4.5	—1.5	1.5	8.5	0.0	4.2	5.9	1.3	3.6	6.6	—1.5	2.5	4.1	—1.3	1.4	3.0	—4.0	—0.5	3.7	—**6.4**	— 1.4
14	7.5	—**2.5**	2.5	7.8	—**0.8**	3.5	7.0	—**0.5**	3.2	8.8	—**2.9**	2.9	6.1	—**2.0**	2.0	4.2	—**5.6**	—0.7	4.2	—4.9	—0.4
15	8.9	1.5	5.2	9.5	2.2	5.5	9.4	2.5	5.9	11.1	—1.0	5.0	8.9	—0.2	4.3	7.0	—2.8	2.1	7.8	—2.0	2.9
16	11.4	3.4	7.4	13.2	1.1	7.1	11.9	1.8	6.8	12.1	2.0	7.0	8.8	2.8	5.8	9.0	0.8	4.9	9.1	—0.2	4.4
17	11.7	4.8	8.2	10.5	3.3	6.9	10.0	3.5	6.7	13.8	4.0	8.9	11.1	5.8	8.4	11.0	4.8	7.9	10.7	0.7	5.7
18	10.8	3.7	7.2	11.3	3.0	7.1	11.0	3.1	7.0	10.5	3.0	6.7	8.4	4.3	6.3	7.9	3.6	5.7	9.0	1.9	5.4
19	10.4	5.2	7.8	11.0	5.5	8.2	11.0	7.2	9.1	13.1	6.5	9.8	12.1	6.7	9.4	11.0	5.5	8.2	10.0	3.0	6.5
20	12.2	3.3	7.7	13.4	2.8	8.1	12.8	7.0	9.9	14.0	3.7	8.8	12.5	4.4	8.4	12.0	3.0	7.5	10.2	2.0	5.1
21	12.8	4.1	8.4	12.6	3.0	7.8	11.3	4.1	7.7	13.3	—0.5	6.4	12.8	2.0	7.4	11.0	—1.0	5.0	11.2	0.7	5.9
22	14.1	6.4	10.2	15.2	7.0	11.1	14.3	7.5	10.9	16.9	7.2	12.0	15.4	8.0	11.7	15.0	5.6	10.3	12.7	3.1	7.9
23	20.4	6.6	13.5	21.0	6.1	13.5	17.8	8.2	13.0	21.2	4.5	12.8	19.3	7.3	13.3	19.0	7.0	13.0	10.7	6.1	12.9
24	18.8	4.5	11.6	21.0	3.8	12.4	22.6	6.3	14.4	20.3	2.7	11.5	19.1	5.2	12.1	19.8	4.0	11.9	18.1	5.9	12.0
25	21.4	8.6	15.0	21.9	6.8	14.3	17.6	7.3	12.4	21.2	8.0	14.6	20.6	10.6	15.6	20.0	9.5	14.7	15.4	7.1	11.2
26	16.6	7.7	12.1	15.3	5.1	10.2	15.4	5.9	10.6	19.4	3.2	13.8	16.4	8.7	12.5	16.5	8.2	12.3	13.4	6.4	9.9
27	16.3	8.0	12.1	16.1	7.2	11.6	16.0	7.9	11.9	18.8	5.1	11.9	16.1	8.2	12.1	18.0	8.0	13.0	14.1	7.0	10.5
28	23.2	10.9	17.0	22.7	11.0	16.8	22.5	11.1	16.8	26.3	9.7	18.0	24.8	10.8	17.8	24.0	7.0	15.5	21.3	10.8	16.0
29	**26.6**	11.4	19.0	**25.2**	8.0	16.6	**25.0**	8.5	16.7	27.6	13.0	20.3	**27.0**	12.3	19.6	**25.5**	9.8	17.6	23.4	11.4	17.4
30	26.1	13.1	19.6	**25.2**	13.0	19.1	22.5	13.3	17.9	**28.0**	12.2	20.1	24.4	14.6	19.5	24.5	13.0	18.7	**24.6**	11.5	18.0

BULLETIN SISMIQUE

Avril 1913.

Quoique le nombre des tremblements de terre enregistrés soit relativement considérable (19), la plupart des graphiques sont d'une interprétation difficile, et beaucoup sont incomplets, ou bien par suite de la faiblesse de l'agitation du sol, ou bien par l'abondance des barosismes.

Un des deux plésiosismes, le nº 35, est trop faible pour avoir été ressenti, quoique son sismogramme fourni par le Cartuja vertical soit d'une grande netteté; l'autre, le nº 52, beaucoup fort, est de date trop récente pour que nous ayons pu nous renseigner à son sujet à l'instant où nous écrivons ce bulletin.

Le nº 36 nous semble avoir eu son épicentre par 33°5 N.-132° E. (île de Si-ko-ku ou ses environs), d'après les données de Pulkovo, l'heure de notre *e*P et une belle copie d'un des graphiques de Zi-ka-wei qui nous a été envoyée par notre collègue le P. H. Gauthier, S. J. Les distances correspondantes seraient 7 300, 10 800 et 1 000 kilomètres respectivement.

Deux autres copies de graphiques des plus nettes, dues également au P. Gauthier, S. J., nous ont permis de calculer le foyer du nº 29 (23 mars) par le procédé du prince Galitzin.

L'azimut de l'épicentre par rapport à Zi-ka-wei est $\frac{A_E}{A_N} = \text{tang } \alpha = \frac{11,9 \text{ mm.}}{3,8 \text{ mm.}}$ $= 3,215 = 72°7$ (S. vers l'E.), avec $\triangle_o = 2\,200$ kilomètres $= 19°8$;

La formule $\sin \varphi_e = \sin \varphi_o \cosin \triangle_o + \cosin \varphi_o \sin \triangle_o \cosin \alpha$ donne alors $\varphi_e = 23°7$; les formules : $\lambda_e = \lambda_o \pm \gamma$ et $\xi \sin \gamma = \frac{\sin \triangle_o \sin \alpha}{\cosin \varphi_e}$ donnent $\gamma = 20°7$, $\lambda_e = 142°1$ E., car l'on a $\varphi_o = 32°2$ N., $\lambda_o = 121°4$ E. Gr. Le foyer doit se trouver près des îles Volcano, petit archipel volcanique comme l'indique son nom; il appartient, comme son voisin, celui de Bonin, aux Japonais. M. J. Wilip avait calculé également la seule station de Pulkovo, et par la même méthode 26°3 N. et 143°3 E., pour coordonnées géographiques de ce tremblement de terre, c'est-à-dire un lieu très près du nôtre.

D'après le sismologue russe que nous venons de nommer, l'épicentre du tremblement de terre correspondant à notre nº 40 se trouverait par 23° N.-117° E. (côte SW. de l'île de Formose), et celui du nº 41, par 42° N.-72° E. (près de Kokan [Turkestan russe]).

Le nº 21 (22-23 février) a causé des pertes considérables dans la province de Loja (Équateur). A Gonzanamà, Cariamanga et Molleturo, les bâtiments ruinés ont été nombreux et, dans cette dernière ville, deux personnes ont péri sous les décombres.

Le sisme nº 28 (14 mars), a causé de nombreuses victimes (on parlait de centaines, aux îles Siasi, Tangi et Talau (archipel Sanga), environ vers le 3°5 N.-126° E. L'aire ébranlée, quoique heureusement océanique dans plus de ses neuf dixièmes, a dû être énorme, car on l'a ressenti aussi, quoique faiblement, dans les îles de Samar, Leyte et Cebri (Phillippines) à plus de 800 kilomètres, d'après une carte postale que nous envoie l'Observatoire de Manille.

EMM. Mª S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de la Station sismologique
de Cartuja (Grenade).

No IV (Avril 1913).

Nos d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Intensité	COMMENCEMENT DE P	COMMENCEMENT DE S	COMMENCEMENT DE L	MAXIMUM Heure	MAXIMUM A	MAXIMUM T	C Heure	C T	Fin du mouvement	OBSERVATIONS
					h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	μ	s.	h. m. s.	s.	h. m.	
34	1	NNW	Om.	I*u*	—	—	*e*(0- 7)	0-10,5	5	23	—	—	0-37	
35	2	»	Cart.	I*v*	*i* 5-39-34	—	5-39-35	5-39-36	0,5	0,5	—	—	5 39,9	△ = 8 kilomètres.
36	3	»	Cart. Om.	I*u*	0- 7-30*	—	*e*0-30	0-42,8	3	20	—	—	1-20	*i* = 0 h. 8 m. 5 s. (*) Excessivement faible.
37	7	»	»	»	*e*14- 2-	—	*e*14-37	14-52,9	10	12	—	—	15 1/4	
38	9	ENE	Bif.	I*u*	*i*18- 5-51	18-16-58	18-31,7	18-46,1	10	18	—	—	19-35	△ = 10 200 kilomètres.
39	13	»	»	»	*e*6-55-25*	*e*7- 6-28?	7-29	7-35-48 — 7-37-16 — 7-45-55 +	25 10 30	24 17 16	—	—	8-25	△ = ¿ 10120? (*) C. *v*. — *iP* = 6 h. 55 m. 41 s. S = peu clair.
40	14	»	»	»	—	—	8-40	8-48,3 8-55,0	8 4	24 15	—	—	9 1/4	
41	»	NNW	Cart. Om.	»	*e*20-11- 3	—	20,8-	—	—	—	—	—	21,2	*i* = 20 h. 11 m. 35.
42	18	ENE	Bif.	I*u*	—	—	20-5	20 15,1 20-17,6 20-21,5	8 10 6	17 20 16	—	—	20-45	
43	24	»	»	»	10-45- 0?	—	11-17,2	11-29,2	15	21	11-57,4	18	12 1/2	
44	»	NNW	Om.	»	—	—	13-11	13,19,5	5	20	—	—	13-45	
45	25	ENE	Bif.	»	18-17-12?	18-25-52?	18-44	18-59-50 — 19-10-43 + 19-18- 8 +	35 15 28	20 14 18	20- 2,2 20-28,8 —	18 18 —	21- 3	*i* = 18 h. 19 m. 29 s. — 18 h. 27 m. 58 s. — Très obscur.
46	26	»	»	»	—	—	5-16	5-28,2 5-35,1	6 4	21 15	—	—	5-46	
47	»	»	»	»	—	—	13-12	13-18,0	10	24	—	—	13-45	
48	29	»	»	»	—	—	11-48	—	—	—	—	—	12-43	L excessivement faible. 20-30s
49	»	NNW	Cart. Om.	»	*e* 20-15-10?	*i*20-31-16?	*e*20-42	—	—	—	—	—	21 1/4	
50	30	»	Om.	»	—	—	*e*0-19,7	0-25,8	4	20	—	—	0-51	
51	»	ENE	Bif.	»	*e*11-47-57*	—	12-16	12-28,5 12-40,4	20 12	27 18	13-29 14-41	12 12	15 1/4	△ = ¿ 10400? (*) C. *v*. — *iP* = 11 h. 48 m. 4 s. S = 11 h. 59 m. 13 s.?
52	»	NNW	Cart.	I*v*	14-41- 6	—	14-41-33	14-41-51	1,2	1,0	—	—	14-43,7	△ = 210 kilomètres.

Notes

Propositions de la « Commission internationale pour l'étude scientifique de la haute atmosphère ». — Cette commission, siégeant à Vienne du 28 mai au 1er juin 1912, a voté un certain nombre de décisions (36) (à ratifier d'ailleurs par le comité météorologique international) qui font couler beaucoup d'encre dans le monde météorologique. La plupart de ces desiderata ne soulèvent aucune désapprobation ; ils ne constituent d'ailleurs qu'une réglementation des jours internationaux de sondage, la distribution des stations, etc. Mais deux d'entre elles, les sixième et septième, prises sur l'initiative du Prof. V. Bjerknes (Christiania) soulèvent l ire de maints météorologistes. Les voici :

Proposition 6. — Dans les publications de la commission internationale, la pression sera exprimée en bars, décibars, centibars et millibars, au lieu de l'être en millimètres de mercure.

Proposition 7. — Les hauteurs dynamiques (potentiel gravitique) seront données en mètres dynamiques et non en mètres ordinaires.

Le bar est un terme abréviatif qui signifie 10^6 unités C. G. S. de pression; cette dernière unité vaut une dyne par centimètre carré; le bar vaut donc une mégadyne par centimètre carré. Il résulte de là que la pression représentée par 750 millimètres de mercure (à zéro degré et au niveau des mers) correspond à un bar ou 1000 millibars; 900 millibars correspondent à 675 millimètres, etc., M. Bjerknes a déjà fait paraître dans un grand ouvrage *Dynamic Meteorology and Hydrography*, dont deux volumes (*Statics*) et (*Kinematics*) ont paru sous la direction du *Carnegie Institute*, des tables de transformation donnant les hauteurs de millimètres de mercure en millibars et inversement Il n'est donc demandé qu'une chose : transformer dans les mémoires écrits les données de pressions, observées nécessairement en millimètres de mercure, en millibars. C'est tout.

Pourquoi cette proposition ? La raison est simple et logique. Les publications du comité sont destinées aux savants, non au grand public et il y a tout intérêt à leur fournir directement les données de pression sous la forme la plus commode pour les calculs de dynamique atmosphérique, c'est-à-dire en unités C. G. S. ou en usités multiples de celles-ci. De cette manière, comme on le sait, on n'introduit dans ces calculs aucun coefficient parasite, bien entendu si toutes les quantités (autres que la pression) qui entrent dans les formules sont également exprimées en unités C. G. S. La seconde proposition se justifie tout aussi aisément, mais on peut cependant y faire une objection. Encore une fois, dans les recherches de dynamique aérologique, il est indispensable de prendre en un point quelconque de la surface du globe, comme repères des coordonnées, deux axes perpendiculaires dans le plan horizontal, les hauteurs géométriques étant remplacées par celles qui correspondent à des plans équipotentiels au point de vue de la pesanteur. Deux plans consécutifs seront par exemple à une distance telle, l'un de l'autre, que le travail de la pesanteur pour faire passer l'unité de masse de l'un à l'autre soit égal à 10^5 unités C. G. S. ou ergs. Il est clair que la distance métrique de deux plans consécutifs à l'équateur n'est pas la même qu'au pôle, puisque la pesanteur est plus grande au pôle qu'à l'équateur.

Au point de vue dynamique, au contraire, c'est ce travail idéal qui entre en jeu effectivement dans les calculs.

Cette proposition paraît donc encore une fois parfaitement justifiée. Le terme seul de mètres dynamiques paraît fort impropre et peu logique ; pourquoi ne pas appeler cette unité dérivée, 10^5 ergs, un *centi-Joule?* Ce nom lui convient effectivement puisque l'unité pratique de travail adoptée par les électriciens vaut 10^7 ergs? Resterait d'ailleurs encore à examiner si, au point de vue météorologique proprement dit, 10^5 ergs est plus indiqué comme unité dérivée de potentiel que 10^7 ergs

Nous avons dit que les propositions que nous venons d'examiner rapidement émanent de l'initiative du Prof. Bjerknes. On sait que ce dernier s'est fait, en ces derniers temps, le champion des réformes urgentes des notations dans le domaine météorologique. Dans le grand ouvrage en cours de publication dont nous avons parlé plus haut, il a exposé et résumé ses idées à cet égard et nous y reviendrons prochainement. E. LAGRANGE.

Une station sismique dans la colonie de l'Erythrée. — Le vœu émis, en 1906, par la commission permanente de l'Association internationale de sismologie, sur la proposition de M. le Prof. Palazzo (session de Rome) et relatif à la création d'une station sismique dans la colonie italienne de l'Erythrée, vient, nous apprend M G. Agamennone dans la *Rivista di Astronomia* (mai 1913, p. 236), d'être réalisé. Le ministère italien des colonies a acquis un sismoscope électrique Agamennone et un sismographe à pendules horizontaux destinés à une station à ériger à Asmara; le Prof. Palazzo lui-même vient de partir pour la colonie dans le but de s'y livrer à des observations magnétiques et en même temps de diriger les installations nouvelles. On se rappellera que, en 1911, M. le Ministre des colonies a adopté le programme de la création de trois stations sismiques au Congo et que le Congrès sismologique international de Manchester a bien voulu appuyer par un vœu la prompte réalisation de cette organisation nouvelle — espérons que les circonstances la permettront bientôt; en attendant n'oublions pas de rappeler que le dévoué directeur au ministère des colonies, M. Leplae, a établi à Elisabethville une station d'essai munie des anciens appareils Bosch que l'Observatoire royal d'Uccle a mis à sa disposition, station qui est sous la direction dévouée de M. Smulders. E. L

Les fuseaux horaires. — La colonie de l'Erythrée vient d'adopter, comme temps officiel, celui du méridien 45° est de Greenwich — il est donc de 3 heures en avance sur celui de Greenwich. L'Egypte, l'Afrique portugaise orientale, le Natal, le Transvaal et la colonie du Cap ont adopté le temps du 30e méridien — il est donc en retard d'une heure sur celui de l'Erythrée.

Bibliographie.

The Earthquakes at Yakutat (*Alaska*), in september 1899, by R.-S. TARR and LAWRENCE MARTIN, with a preface by G.-K. GILBERT. Department of the Interior. — United States Geological Survey, Professional Paper 69. — Washington, 1912.

[*Les tremblements de terre de la Baie de Yakutat* (*Alaska*), septembre 1899, par MM. Tarr et Lawrence Martin, avec une préface de M. Gilbert.]

Comme le remarque M. G.-K. Gilbert, dans une courte préface, l'étude des tremblements de terre de la baie de Yakutat est surtout importante par les contributions d'ordre géologique qu'elle apporte à la connaissance des phénomènes sismiques de grande énergie initiale ou sismes mondiaux; leur origine étant géographiquement bien fixée par les explorations de MM. Tarr et Martin, au point de vue de la propagation des ondes de diverses espèces, les données instrumentales acquièrent ainsi toute leur valeur; en 1899, les stations sismiques réparties sur la surface du globe étaient d'ailleurs en nombre bien inférieur à celui atteint aujourd'hui et nous pouvons rappeler, en passant, que le sisme de septembre 1899 fut le premier inscrit en Belgique, par les pendules horizontaux à enregistrement photographique que nous avions installés à Uccle. Le schéma sismique a été, à cette époque, inséré dans le *Bulletin de la Société belge d'Astronomie;* il a donc été utilisé par les auteurs dans le mémoire que nous signalons ici.

Nous disons que la contribution géologico-mécanique apportée par la présente étude est des plus importantes. On n'en doutera pas si l'on apprend que l'on a constaté, dans la région ébranlée, des dénivellations de 15 mètres, ainsi que le retrait du glacier de Muir sur plus de 300 kilomètres, et, d'autre part, l'avance notable d'autres glaciers. Le glacier de Muir tombant dans l'océan, et que des centaines de voyageurs allaient visiter chaque année jusqu'en 1899, devint inaccessible aux navires à partir de cette année et, en 1907, se trouvait à 16 kilomètres de la côte. Une partie du glacier de Malaspina, au contraire, fut poussée en avant et ses crevasses le rendirent inaccessible aux touristes-explorateurs.

Les auteurs du présent mémoire avaient toutes qualités pour l'écrire; de juin à septembre 1905, ils ont exploré, au point de vue géologique et hydrologique, toute la région de la baie de Yakutat, qui est située non loin du Mont Saint-Elie, par 60° de latitude nord, sur la côte du Pacifique et y ont constaté l'existence de nombreux phénomènes d'ordre mécanique, failles, avances et retraits d'anciens glaciers, etc...; ils y sont retournés en 1906, en 1909 et en 1910 pour l'étude spéciale des glaciers; toutes ces expéditions scientifiques étaient soutenues par le Geological Survey et l'American Geographical Society de New-York.

Ce beau mémoire est abondamment illustré de vues photographiques, de cartes et de plans, qui en rendent la lecture plus fructueuse et plus facile en même temps.

E. L.

ERRATA

Page 144, troisième ligne en remontant, lire *de* la nature.
» deuxième » » mettre une virgule après rôle.

VULGARISATION DE LA MÉTÉOROLOGIE.

(*Suite*) (1).

LE VENT.

Jusqu'ici nous ne nous sommes occupés que des mesures de la température et de la pression atmosphérique. Il est un autre élément qui joue un rôle capital en météorologie : c'est le vent.

On le sait, l'atmosphère qui nous entoure n'est et ne peut jamais être au repos. Si, par la pensée, nous pouvons concevoir l'air en état d'équilibre absolu, il est facile de voir que cet état est absolument illusoire, car mille causes diverses concourent sans cesse à rompre cet équilibre, qui ne saurait subsister un seul instant.

Les propriétés inhérentes aux fluides, la mobilité de leurs molécules, etc., nous font prévoir les déplacements, les remous et les courants perpétuels qui brassent sans cesse l'air dans lequel nous évoluons. Il est du reste heureux qu'il en soit ainsi, car la stagnation complète de l'air, si elle devait se produire, compromettrait bien vite notre existence.

Parmi les multiples causes qui agitent l'air, il en est qui sont dues aux actions météorologiques que nous connaissons déjà, variations de températures, dépressions, etc.; ce sont les seules qui nous intéressent pour le moment et auxquelles nous devons les grands déplacements de l'air qui constituent le vent.

Il ne peut entrer dans le cadre restreint de simples notices de vulgarisations, d'étudier le mécanisme si complexe du vent. Du reste, hâtons-nous de le dire, nous sommes loin de connaître tous les rouages de ce mécanisme !

Nous commençons à comprendre ce qui se passe dans les couches voisines du sol, mais que de points encore obscurs nous rencontrons encore, dès que nous voulons scruter ce qui se produit à quelques centaines de mètres au-dessus de nos têtes !

Grâce aux recherches modernes, à l'étude des nuages, aux sondages des couches supérieures par les cerfs-volants et les ballons sondes, nous entrevoyons çà et là une lueur qui jette quelque clarté sur ce qui se passe dans ces régions élevées et dont les réactions arrivent

(1) Voy. *Ciel et Terre*, t. XXXIII, année 1912, p. 13.

jusqu'à nous. Mais, de longues, coûteuses et patientes recherches sont encore indispensables pour permettre aux savants de s'orienter dans ce chaos!

Sans entrer dans le détail de la question, nous ferons remarquer au lecteur qu'il peut facilement se rendre compte, dans les grandes lignes, des effets dus aux inégales élévations de températures qui se produisent fatalement à la surface du sol.

Tout d'abord, l'air chauffé s'élève dans les régions supérieures et crée sous lui un vide comblé par l'afflux d'air venant des régions voisines; en s'élevant, le fluide subit les variations de la force centrifuge dues à la rotation du globe, variations d'autant plus manifestes, que sous les latitudes voisines de l'équateur les colonnes ascensionnelles s'infléchissent vers les pôles.

En outre, comme ces effets se produisent successivement sous chaque méridien, puisque tous les points de la terre viennent successivement défiler sous le Soleil en marchant de l'Ouest vers l'Est, on entrevoit déjà l'établissement d'une sorte de régime donnant naissance à de grands courants généraux.

Les couches d'air, au lieu de rester réparties concentriquement et uniformément autour du globe, vont donc s'accumuler ou se raréfier pour produire, ici des excès de pression, là au contraire, des minima de pression. Ces variations, qui prennent naissance à des endroits différents du globe et se déplacent suivant des règles que l'on commence à connaître, sont aussi causes de grands mouvements d'air.

Bref, s'il nous était donné de pouvoir suivre une particule d'air, ne fût-ce que pendant vingt-quatre heures, nous serions parfois confondus par son trajet formidable et fantasque! Rien d'étonnant dès lors, que le vent joue un rôle capital dans les phénomènes qui nous intéressent.

Les observatoires possèdent pour l'étude du vent des instruments spéciaux, à lecture directe ou des enregistreurs : ce sont les girouettes, les anémographes, les anémoscopes, etc... Ces instruments permettent de recueillir les éléments caractéristiques du vent, c'est-à-dire sa direction et sa vitesse ou sa force; mais ils exigent une installation spéciale et une surveillance permanente; on ne peut donc les conseiller au météorologiste amateur.

Heureusement que l'on peut obtenir des renseignements relatifs au vent, sans s'astreindre à une installation coûteuse.

Un ouvrier zingueur un peu adroit construit sans peine une bonne girouette. (Celles que l'on trouve dans le commerce sont souvent défectueuses; elles n'ont du reste été conçues qu'avec le souci de produire un effet architectural.)

Une bonne girouette se composera de deux lames ou palettes métalliques *A* et *B* rectangulaires, de 30 à 35 centimètres de long, sur 20 à 25 centimètres de haut, soudées ensemble sous un angle de 20°, à un tube *T*, fermé en pointe à la partie supérieure. Comme contrepoids, on utilise par exemple, une flèche *F*, dont la pointe est armée de plomb, de façon à assurer un équilibre aussi parfait que possible. Le tube *T* se glisse sur une hampe en fer *H*, terminée en pointe et qui sert d'axe de rotation.

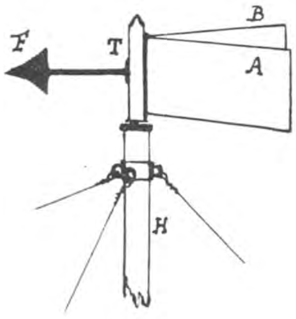


Fig. 13.

On fixe la hampe aussi haut et aussi verticalement que possible au sommet d'un bâtiment, de façon à ce que la girouette ne soit pas dominée par des constructions ou des plantations voisines, qui produiraient des remous contrariant les mouvements de l'appareil.

Eventuellement, on prend la précaution de haubaner la hampe dans diverses directions.

Veut-on rendre l'appareil plus pratique, on fixe horizontalement à la hampe une croix dont les bras seront orientés survant les directions NS. EW.

Ne tient-on pas à faire la dépense de la girouette que nous venons de décrire, on peut alors se construire un autre petit appareil beaucoup plus simple et qui donne cependant d'excellents résultats.

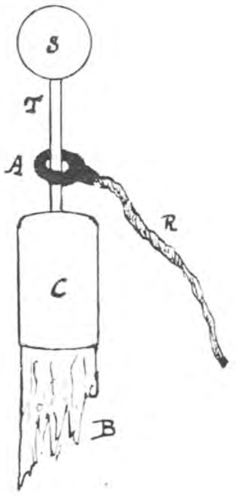


Fig. 14.

A l'extrémité d'une perche en bambou B de 4 à 5 mètres de long, on fixe solidement un petit capuchon métallique C traversé par une tige T de 4 à 5 centimètres de haut, que l'on termine par une petite sphère S. Avant de fixer la sphère, on passe sur la tige un anneau en os A, auquel on a cousu un ruban d'étoffe R, de 1 m. 50 de long, sur un ou deux centimètres de

large. (Le dispositif de l'anneau est précieux, car il empêche le ruban de s'enrouler autour de la hampe.)

Le bambou est fixé à une construction ou au sommet d'un arbre, et, si l'attache est solide, les haubans sont mêmes inutiles.

Si l'on a la bonne fortune de disposer d'un terrain suffisamment découvert, ou d'un monticule, ou d'une élévation qui domine un peu les environs, on ne manquera pas d'y installer, *directement sur le sol*, l'un ou l'autre des appareils que nous venons de décrire.

L'appréciation de la direction du vent peut alors être rendue très commode.

Avec le pied de la hampe comme centre, on décrit sur le sol une circonférence et l'on y place 16 piquets portant chacun une petite planchette tournée vers le pied de la girouette et donnant l'une des 16 directions de la rose des vents.

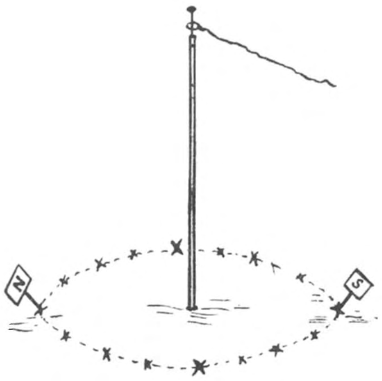


Fig. 15.

On désigne toujours le vent par la *direction d'où il souffle.*

Dans le cas actuel, on se met donc au pied de la girouette, de telle façon que l'on ait la tête sous la direction de la queue de la girouette ou du ruban flottant — *la figure face au vent* — et l'on dit que le vent est de Nord-Est par exemple, si dans cette position on a devant soi la planchette NE.

Il arrive souvent que la girouette ne se *fixe* pas dans une position déterminée, mais oscille entre deux directions; on choisit alors comme direction la moyenne des positions extrêmes.

L'observation est annotée sur-le-champ.

Un peu d'habitude permet assez facilement de voir la tendance qu'a la girouette de tourner vers une autre direction. C'est un renseignement qu'il est bon de conserver. Nous verrons plus tard, que l'on peut parfois en déduire certaines prévisions locales. On notera donc par exemple : « vent NE, tourne vers N . »

Les appareils que nous venons de décrire ne permettent pas de mesurer la *vitesse du vent*, c'est-à-dire le nombre de mètres parcourus par seconde par la particule d'air qui vient d'influencer la girouette.

De cette vitesse on peut conclure l'intensité ou la force du vent,

c'est-à-dire la pression (en kilogrammes) qu'il exerce sur l'unité de surface (le mètre carré) placée normalement à sa direction.

Il n'y a guère que les observatoires météorologiques, qui possèdent les appareils de mesure de la vitesse ou de la force du vent. (Il importe de ne pas confondre les deux éléments : vitesse et force.)

L'amateur ne peut que s'en référer à une échelle conventionnelle, adoptée du reste par les professionnels, et qui donne d'ailleurs une idée assez précise des effets du vent.

Voici cette échelle, dite « échelle terrestre », d'après laquelle on classe les vents de : 0 à 6.

ÉCHELLE TERRESTRE	VITESSE En mètres par seconde	En kilomètres par seconde	EFFETS
0 = Calme	De 0 à 0,5	De 0 à 1,8	La fumée s'élève verticalement; les feuilles des arbres sont immobiles.
1 = Faible	0,5 à 5	1,8 à 18	Sensible à la figure et aux mains; agite les petites feuilles.
2 = Modéré	5 à 10	18 à 36	Fait flotter un drapeau; agite les feuilles et les petites branches des arbres.
3 = Assez fort	10 à 15	36 à 54	Agite les grosses branches des arbres.
4 = Fort	15 à 20	54 à 72	Agite les plus grosses branches des arbres et les troncs de petit diamètre.
5 = Violent	20 à 30	72 à 108	Secoue tous les arbres, brise les branches et les troncs de petit diamètre.
6 = Ouragan	au-dessus de 30	au-dessus de 108	Renverse les cheminées, enlève les toits des maisons, déracine les arbres, etc...

L'observateur estimera donc le vent en s'aidant des donnés de l'échelle ci-dessus et indiquera dans son carnet de notes, le chiffre de 0 à 6 qui y correspond.

Un amateur quelque peu perspicace, ne tardera pas à remarquer qu'il arrive assez souvent que les nuages ne se déplacent pas dans la même direction que le vent régnant à la surface du sol. Il est bon de tenir note de cette particularité, tout en signalant la direction vers laquelle se dirigent les nuages.

Toutefois, nous devons reconnaître que cette dernière observation

n'est pas toujours commode et peut donner lieu à des erreurs. Ces erreurs se produiront surtout pour un observateur non prévenu, lorsqu'il y a plusieurs couches de nuages superposées qui marchent à des allures différentes et parfois même suivant des directions différentes; c'est alors surtout qu'il faut se méfier des effets de perspectives.

Le mieux est de ne s'occuper que des nuages que l'on voit au zénith, en séparant bien, si c'est nécessaire, l'observation de la couche basse, de celle de la couche plus élevée et en repérant les mouvements par rapport à un point fixe, par exemple, l'extrémité de la hampe de la girouette. On classifiera la rapidité des mouvements à l'estime, en disant suivant les cas : mouvement *lent* — *rapide* — ou *très rapide*... suivant telle ou telle direction.

V. D. V.

OBSERVATIONS PHYSIQUES FAITES A SPA EN 1792

II

Le second des manuscrits dont nous avons parlé (1) a trait à une tout autre question, d'ordre physique cette fois, et porte pour titre : « Hauteur des principales montagnes aux environs de Spa déterminée par le moyen du baromètre ». Le rédacteur inconnu du manuscrit nous dit que les mesures barométriques et leur réduction ont été faites par le président Choart en 1782, en suivant la méthode du prof. von Swinden d'Amsterdam. Le manuscrit se compose d'une première double feuille où est exposée sur un exemple numérique la méthode de von Swinden. N'oublions pas que nous sommes à la fin du XVIIIe siècle et que les travaux de Laplace sur le problème de la mesure des hauteurs par le baromètre n'ont pas encore vu le jour; les recherches de Newton (2) avaient cependant fait connaître au siècle précédent la loi générale de décroissement qui lie la pression à l'altitude dans un milieu aérien constant comme composition, température et gravité : c'est la loi qui dit que « lorsque l'altitude croît en progression arithmétique, la pression décroît en progression géométrique, et Halley (3) avait donné la formule simple :

$$H = C \log \frac{p_1}{p_2}$$

(1) Voy. *Ciel et Terre*, 33e année, 1912, p. 296.

(2) Newton, *Philosophiæ naturalis Principia mathematica*, 1672.

(3) Halley, *A discourse on the Rule of the decrease of the Height of mercury in the barometer, etc.*, « Philosophical Trans. of the Royal Society », 1686.

où H est la différence d'altitude de deux points pour les hauteurs barométriques sont p_1 et p_2; c'est une constante convenable; il n'est question ici d'aucune correction relative à la température; ni pour le mercure, ni pour l'atmosphère elle-même; pendant le XVIIIe siècle, un grand nombre de physiciens cherchèrent à rendre cette formule exacte et pratique et s'attachèrent d'abord aux corrections thermométriques; au siècle suivant seulement on s'occupa de la correction de gravité. De Luc (1), citoyen de Genève, a, dans un ouvrage célèbre et dont la lecture est des plus attachantes, étudié à fond, au point de vue thermométrique, le problème de la détermination des hauteurs et montra nettement la nécessité d'une double correction thermométrique, l'une relative aux lectures des hauteurs mercurielles, l'autre nécessitée par les températures variables de la colonne d'air interposée entre les deux stations. Toutes les formules de correction qu'il emploie sont le résultat de multiples observations et non du calcul. La méthode de von Swinden, qu'emploie l'auteur des observations de Spa, est au même niveau théorique que celle de De Luc et au fond n'en diffère pas.

Ces quelques notes d'introduction historique permettront de mieux comprendre le texte de ce premier feuillet, que voici :

Application de la méthode propre à déterminer la hauteur des montagnes par le moyen du baromètre insérée dans la première partie du t. II, p. 206 de l'ouvrage de M. VAN SWINDEN, intitulé *Positiones Physicœ*; rendue présente par l'auteur dans sa lettre au président Choart, en date du 1er novembre 1792 et à lui adressée d'Amsterdam à Spa.

Espèce proposée :

Le thermomètre	supérieur	14	degrés	+ $^1/_2$
»	inférieur	17	»	+ $^1/_2$
	Différence	3	degrés.	

(1) De Luc, *Recherches sur les modifications de l'atmosphère, etc.* — Genève, 1772. — L'édition que j'ai sous les yeux est de 1784 et appartient à l'Observatoire royal. Nous disons que l'ouvrage de De Luc est des plus intéressants, parce qu'on y trouve en premier lieu l'histoire complète du baromètre qui « a tant de rapport, comme dit l'auteur avec celle de la bonne philosophie; que l'une rappelle l'autre presque nécessairement »; parce que aussi on y assiste point par point à la genèse de l'auteur et à la fixation scientifique des causes probables des anomalies que révélait progressivement l'observation, dans les mesures à époques différentes d'une même différence de niveau par les baromètres.

Baromètre supérieur : 26 pouces 8 lignes + $^8/_{12}$ = 320 $^8/_{12}$ lignes
= 320 $^{67}/_{100}$ de lignes.

Baromètre inférieur : 27 pouces 8 lignes + $^6/_{12}$ = 332 $^6/_{12}$
= 332 $^{50}/_{100}$ de lignes.

1° Je suppose ici que les baromètres ont la même température que l'air extérieur parce qu'on n'a pas observé de thermomètre attaché au baromètre (1). La colonne de mercure dans le baromètre varie en longueur par la seule variation de température parce que le mercure se dilate par la chaleur et se condense par le froid; ainsi, il faut avant tout égaliser ces hauteurs du mercure à ce qu'elles seraient si le baromètre supérieur avait la même température que l'inférieur ou réciproquement (Voyez le paragraphe 351 de mon ouvrage).

Je réduirai le supérieur à l'inférieur. Les expériences de M. De Luc ont prouvé que pour une variation de chaleur de la glace à l'eau bouillante ou de 80 degrés, la hauteur du baromètre change de $^1/_{54}$ (208), donc pour un degré, elle est de $\frac{1}{54 \times 80}$ ou de $\frac{1}{4320}$ et par conséquent dans le cas présent, pour 3 degrés de $\frac{3}{4320}$ ou de $\frac{1}{1440}$ ou comme la colonne du baromètre supérieur est longue de 320 — 67 lignes, sa partie $\frac{1}{1440}$ sera = $\frac{320.67}{1440}$ ou de $\frac{223}{1000}$:

Vous trouverez peut-être cette simple règle plus facile que les tables qu'on a dressées pour cela et qui se trouvent page 134 de mon ouvrage, mais ces tables sont plus commodes pour des calculateurs. Par exemple, ici je vois dans cette table que pour 27 pouces de hauteur la correction pour 10 degrés est de 766 millièmes.

26 pouces » 720 »

Ainsi, pour 26 pouces 9 lignes ou 26 pouces $^3/_4$ qui est à peu près la hauteur dont il s'agit, elle sera 747 pour 10 degrés, donc pour 3 degrés elle sera de 224 millièmes à peu près comme ci-dessus. Donc, si la chaleur du baromètre supérieur eût été comme celle du baromètre inféricur de 17 $^1/_2$ degrés, la colonne de mercure eût été de

(1) Les thermomètres dont s'est servi le président Choart dans les expériences qu'il a faites à Spa pour déterminer la hauteur des montagnes au-dessus du niveau de ce lieu, n'étaient point, à la vérité, attachés aux baromètres d'observations, mais ont été approchés le plus près possible de ces instruments et bien exposés à l'influence de l'air ambiant.

0.224 de lignes plus longue qu'elle n'est, c'est-à-dire de 320-67 elle eût été de 320.894 et c'est ce nombre qu'il faut employer.

Le baromètre supérieur sera donc 320.894 lignes et l'inférieur 332.50 lignes.

2° Pour la seconde partie il faut faire usage des logarithmes. Toutes les tables sont absolument indifférentes, mais comme il s'agit quelquefois de nombres composés de 5 et 6 chiffres comme ici, quoiqu'on peut négliger le dernier, ce qui ne cause aucune erreur sensible, il vaut mieux se servir de tables qui donnent les logarithmes de nombres composés de 5 chiffres, et celle de Taller, dont Didot fait une nouvelle édition, sont les meilleures.

Je dis donc (§§ 355 et suiv.) :

Baromètre inférieur, 332.500 lignes;	logarithme	5217916
» supérieur, 320.894 » ;	»	5063616
	Différence :	154300

Je retranche les 3 derniers chiffres (§ 360) et j'ai 154 $^{3}/_{5}$ toises pour la différence des élévations de ces deux stations, ce qui fait 925.8 pieds;

3° Cette détermination serait juste si l'air avait 16 $^{3}/_{4}$ de chaleur, mais à la station inférieure, la chaleur est de 17 $^{1}/_{2}$ degrés, à la supérieure 14 1/2, donc la moyenne entre ces deux, qui est celle qu'on employe, est de 16, ce qui fait une différence de $^{3}/_{4}$ de degrés en moins, par conséquent l'élévation sera moins grande que 925.8 pieds (§ 364); or, la différence est de $\frac{1}{215}$ du total pour 1 degré (§ 367); divisant 925.8 par 215, j'ai 4.3 pour un degré, mais il n'y a ici que $^{3}/_{4}$ de degré ce qui fera 3.2 à peu près qu'il faut ôter de 925.8 pieds, reste 922.6 pour l'élévation de la station supérieure sur l'inférieure.

Une seconde feuille double nous donne les mesures barométriques et thermométriques exécutées par le président Choart, et les hauteurs en pieds qu'il en a déduites pour l'altitude de neuf stations au-dessus de la place de Spa, située devant le Pouhon (apothicaire Jehin). L'apothicaire Jehin occupait, comme nous nous en sommes assurés auprès de l'érudit spadois M. A. Body, l'habitation qui forme aujourd'hui la pharmacie Schaltin; les indications que porte notre document permettent d'ailleurs de préciser assez bien les neuf stations barométriques indiquées.

Il nous parait d'ailleurs bien suffisant de ne reproduire ici que ce qui est relatif aux trois premières. Les voici :

OBSERVATIONS SUR LA HAUTEUR DE LA COLONNE DE MERCURE DANS LE BAROMÈTRE PRISES AUX STATIONS CORRESPONDANTES CI-APRÈS

16 juin 1792 à 11 heures du matin.	*Première observation.* — Le baromètre suspendu à l'arbre de La Croix de la Vecquée et élevé au-dessus du sol à la hauteur de 5 pieds. Le thermomètre exposé à l'air libre au pied de ladite Croix à l'abri du Soleil.	1.—Le 16 juin 1792 à l'heure précise de 11 du matin. Température de l'une et de l'autre station.	à la Croix de la Vecquée 26 pouces 8 lignes 8/12 14 degrés + 1/2	à Spa 27 pouces 8 lignes 6/12 17 degrés + 1/2	Différences 11 lignes + 10/12 3 degrés	Élévation des différents points au dessus du niveau de Spa. 931 pieds
16 juin 1792 à midi	*Deuxième observation.* — Le baromètre suspendu au poteau de la galerie couverte le plus voisin à main gauche, de la fontaine de la Gèronsterre en face du bassin et élevé de 5 pieds 2 pouces au-dessus du niveau de la galerie et de 8 pieds au-dessus de la surface de l'eau prise dans le bassin même. Le thermomètre exposé vers le nord au pied dudit poteau.	2. — Le même jour 16 juin à l'heure de midi. Température de chaque station.	à la Géronsterre 15 degrés + 1/3	27 pouces 8 lignes 5/12 18 degrés + 1/3	6 lignes + 2/12 3 degrés	480 pieds
16 juillet 1792 à 10 heures du matin.	*Troisième observation.* — Le baromètre suspendu au peuplier qui se trouve à main gauche hors de l'enceinte de la fontaine du Watroz à 1 pas du mur de ladite enceinte et élevé au-dessus du sol de la hauteur de 5 pieds. Le thermomètre exposé à l'ombre au pied de la fontaine.	3. — Le 16 juillet à l'heure de 10 du matin. Température de chaque station.	au Watroz 27 pouces 5 lignes + 2/12 17 degrés + 2/5	27 pouces 7 lignes + 1/2 20 degrés + 1/2	1 ligne + 11/12 3 degrés + 1/10	143 pieds

III

M. le commandant Rochette, de l'Institut cartographique militaire, a bien voulu examiner le manuscrit précédent et comparer ses données hypsométriques à celles qui résultent des travaux de la carte de Belgique; on pourra ainsi juger de la valeur des observations de notre auteur. Nous avons extrait de la note complète que nous a aimablement adressée le commandant Rochette, ce qui est relatif aux trois premières stations, en conformité avec la restriction que nous avons dû nous imposer dans la reproduction du manuscrit lui-même.

« *Le baromètre témoin* devait, à mon avis, se trouver à la croisée de la maison n° 43, portant comme enseigne « Au Mortier d'or », et dont l'emplacement était situé du côté nord-ouest du bâtiment actuel (vers l'entrée) de la fontaine du Pouhon.

L'officier topographe a relevé la cote 252 29 au carrefour des rues à l'ouest de la Fontaine ; on peut donc supposer que le baromètre témoin se trouvait à la cote *254.00*.

PREMIÈRE STATION : *Croix de la Vecquée.* — Est située au carrefour formé par le chemin longeant la limite de commune entre Spa et La Gleize et le chemin reliant le hameau « Cour » (sur commune de La Gleize) au hameau « Creppe » (sur commune de Spa).

Le nivellement effectué en 1868 attribue à ce carrefour la cote 559.68 ; le baromètre se trouvait suspendu à 5 pieds, soit $1^{m}62$ au dessus du sol; il se trouvait donc à la cote (559.68 + 1.62) ou 561.30. Comme le baromètre témoin était à la cote 254.00, il existe entre ces deux points une différence de niveau de (561.30 — 254.00) ou $307^{m}30$.

Le nivellement au baromètre effectué en 1792 a donné une différence de 931 pieds entre les deux baromètres, soit (931 × $0^{m}324$) ou $301^{m}60$.

Différence entre ces deux nivellements : (307.30 — 301.60) = $5^{m}70$.

DEUXIÈME STATION : *Fontaine de la Géronstère.* — Lors du nivellement de 1868, on a pris l'altitude du seuil de la porte du café de la fontaine de Géronstère : 430.24. Ce seuil serait donc à (430.24 — 254.00) ou $176^{m}24$ au-dessus de la cote du baromètre témoin. Le levé au baromètre a donné 480 pieds ou $155^{m}52$, ce qui donnerait, pour les deux nivellements, une différence de (176.24 — 155.52) ou $20^{m}72$, sans tenir compte, bien entendu, de la différence d'altitude qui doit exister entre le seuil de la porte du café et l'endroit où le baromètre a été suspendu.

TROISIÈME STATION : *Fontaine du Watroz.* — Ancienne fontaine

ne figurant pas sur les anciennes cartes. Toutefois, d'après un itinéraire décrit page 4, du *Guide du Promeneur* (Spa et environs), du Dr A. Poskin, cette fontaine devait probablement se trouver entre le ruisseau de la Sauvenière et le chemin allant retrouver la Promenade d'Orléans, à une altitude moyenne d'environ 305m00. Le baromètre était à 5 pieds au-dessus du sol, soit 1m60; il devait donc se trouver à la cote (305.00 + 1.60) ou 306.60. En soustrayant de cette cote celle du baromètre témoin (254.00), nous obtenons (306.60 — 254.00) ou 52m60 de différence d'altitude entre les deux baromètres.

Le nivellement de 1792 a donné, pour cette différence, 143 pieds, soit 46m33, ce qui donne pour la différence entre les deux nivellements : (52.60 — 46.33), soit 6m00 environ.

N. B. Ce dernier nombre est naturellement très approximatif, puisqu'il n'a pas été possible de déterminer l'emplacement exact de la « fontaine de Watroz. »

Commandant ROCHETTE.

9 février 1912.

LES PRÉCIPITATIONS DES 24-26 AOUT 1912

Les quantités d'eau déversées par les nuages sur la partie orientale de l'Angleterre, le 26 août 1912, sont énormes. Une étude entreprise par le Dr Mill (1) a fourni à celui-ci le moyen d'établir qu'elles dépassent toutes celles qui y ont été enregistrées auparavant.

La pluie commence à Londres entre 1 et 2 heures du matin, mais l'heure de son début recule à mesure qu'on avance vers le NE. Dans le Lincolnshire, notamment, elle ne fit son apparition qu'après 7 heures. Elle augmenta rapidement. La quantité maxima tombée en un temps donné s'observa dans la région de Norwich à savoir : 102 millimètres en l'espace de quatre heures.

Il a plu sans interruption pendant plus de vingt heures.

Le Dr Mill a noté deux foyers de chute maximale : l'un au sud de Cromer avec 191 millimètres; l'autre à l'orient de Norwich avec plus de 203 millimètres, en vingt-quatre heures. Ces quantités sont tellement exceptionnelles qu'il ne se trouve, pour la région considérée, que deux journées où le total de pluie a été supérieur à ceux-ci : en juillet 1875 et en novembre 1878.

(1) *Symons 's met. mag.*, déc. 1912, p. 217 et 218.

Carle Salter (1) a calculé que si la totalité de l'eau tombée avait été captée dans un but d'approvisionnement, son volume aurait été suffisant pour les besoins de la population entière des Iles Britanniques pendant plus de sept mois.

La cause de ces averses torrentielles prolongées ne gît pas dans la géographique physique du district éprouvé, mais dans les conditions météorologiques. En effet, le 26 au matin, une dépression embrassait le sud et l'est de l'Angleterre; en outre, le baromètre descendait rapidement et la chute atteignait 1 millimètre à l'heure sur la mer du Nord. Mais, comme le fait remarquer Mill, les données sont trop lacunaires pour étudier toutes les phases de cet événement.

A la même époque, mais non à la même date, de fortes pluies ont inondé la Belgique. Cela se produisit les 23 et 24 août.

Un mouvemement dépressionnaire s'accusait le 23 au matin, au nord de l'Irlande et, le 24 au matin, il s'était subdivisé en de nombreux minima secondaires, couvrant toute l'Europe centrale et septentrionale. Dans la nuit du 23 au 24, le vent fut tempétueux. Les relevés pluviométriques du 24 au matin dépassent généralement 30 millimètres; en particulier, dans aucun des postes de l'agglomération bruxelloises, elles ne sont inférieures à ce nombre, ainsi que l'atteste le tableau qui suit :

Jardin Botanique	37^{mm}	2
Molenbeek (Cimetière)	34	5
Anderlecht (Scheut)	38	0
Uccle (Observatoire)	34	8
Bois de la Cambre	34	2
Boitsfort	51	1
Ixelles	37	5
Etterbeek	38	0
Schaerbeek { rue Josaphat	31	8
Schaerbeek { rue de Linthout	38	1
Evere	37	4
Laeken	30	2

On mesura plus de 40 millimètres à Spa, à Membach, au barrage de la Gileppe, à Hockai, à Esschen; — 50 millimètres à Welkenraedt; — 51^{mm}1 à Boitsfort; — 53^{mm}5 à la Baraque Michel.

(1) *Loc. cit.*, p. 219.

Toutes ces quantités sont exceptionnelles, certes. Cependant, dans notre pays, on en a déjà observé de pareilles et de plus fortes pour une journée; et de plus fortes même qu'à Norwich, pour une durée de trois à quatre heures.

Du 4 au 5 juin 1839, il tombe 151 millimètres à Louvain et 113 millimètres à Bruxelles,

Le 11 juin 1905. Middelkerke reçut en quatre heures environ $155^{mm}4$.

Enfin, le 14 mai 1906, entre 15 h. 45 et 19 heures, au cours d'un orage, il tomba 200 millimètres d'eau à Louvain, soit 200 litres par mètre carré. *Ce total n'a jamais été atteint en dehors de cette journée, pour la durée de vingt-quatre heures.*

Ces averses extraordinaires sont toujours très locales. On vient de le signaler pour l'Angleterre. On l'avait également mentionné pour la Belgique, en 1906. En effet, cette chute pluviale, accompagnée de grelons, unique et mémorable dans les annales météorologiques belges, n'affecta que la seule ville de Louvain et ses alentours immédiats, y compris Berthem. Corbeek-Loo, située à 5 kilomètres de là, n'obtint que 79 millimètres. Quant à l'udomètre d'Uccle, il n'accusa que $1^{mm}3$ (1).

Les précipitations du mois d'août 1912 ont été singulièrement abondantes dans notre pays. Le pluviomètre d'Uccle a recueilli 167 millimètres d'eau. La normale étant 80 millimètres (2), cela fait un excès de 52 p. c.

F. Bertyn,
Observatoire royal.

Procès-verbaux des Séances

SÉANCE MENSUELLE DU 3 AVRIL 1913

PRÉSIDENCE DE M. A. FLAMACHE, VICE-PRÉSIDENT.

La parole est donnée à **M. Van Biesbroeck** qui présente une communication sur les travaux de l'astronome danois Roemer. Il fait d'abord une esquisse biographique de cette intéressante figure, qui nous transporte deux siècles en arrière, aux débuts de l'astronomie moderne. La plupart des écrits de Roemer ont été détruits dans le grand incendie de Copenhague quelques années après sa mort. Un portefeuille de notes éparses, que Roemer avait réunies sous le nom de *Adversaria* avait cependant échappé au feu. L'Académie des sciences de Copenhague a récemment publié ce manuscrit resté dans l'oubli

pendant deux siècles et mis au concours l'élucidation de ce qu'il contient au point de vue astronomique. Le mémoire que, en collaboration avec M. Tiberghien, de la Bibliothèque royale, M. Van Biesbroeck a envoyé en réponse à cette question, a été couronné par l'Académie danoise qui lui a attribué une médaille d'or. M. Van Biesbroeck entre dans quelques détails au sujet de ce travail et montre par des exemples les éléments nouveaux que les *Adversaria* ont apporté au sujet de la personnalité scientifique de Roemer.

M. Flamache remercie M. Van Biesbroeck de cette communication qui intéressa vivement l'auditoire. Il adresse des félicitations au conférencier pour la distinction qui lui est échue et espère qu'il voudra bien envoyer au Bulletin de la Société un résumé assez complet de son travail.

Le Secrétaire administratif,
ED. HANAPPE.

L'ACTIVITÉ SOLAIRE PENDANT L'ANNÉE 1912

L'activité solaire pendant l'année 1912 peut être résumée par les éléments contenus dans les deux tableaux suivants. Nous laissons pour un article prochain une étude plus approfondie du minimum cyclique que le Soleil traverse.

Le premier de ces tableaux est destiné à faciliter les études des nombreux chercheurs que cette partie de l'astronomie intéresse, études telles que celles entreprises par M. Nodon, de Bordeaux, sur l'origine planétaire possible des taches et autres phénomènes caractérisant l'activité solaire.

La compréhension du tableau est facile :

1° Les nombres placés à l'extrémité droite des grosses lignes indiquent les numéros des groupes représentés ;

2° Les nombres de gauche représentent les surfaces maxima ; ceux du centre sont les dates de passage des groupes au méridien central ; enfin, le point d'interrogation placé devant quelques dates de première observation, signifie que le mauvais temps n'ayant pas permis la photographie le jour précédent, la date de naissance du groupe ne peut être affirmée avec certitude ; enfin, les points qui suivent les lignes indiquent comme très probable la persistance du groupe après la dernière observation, sur l'hémisphère opposé.

J'appelle l'attention des chercheurs sur le fait de la plus grande den-

TABLEAU I

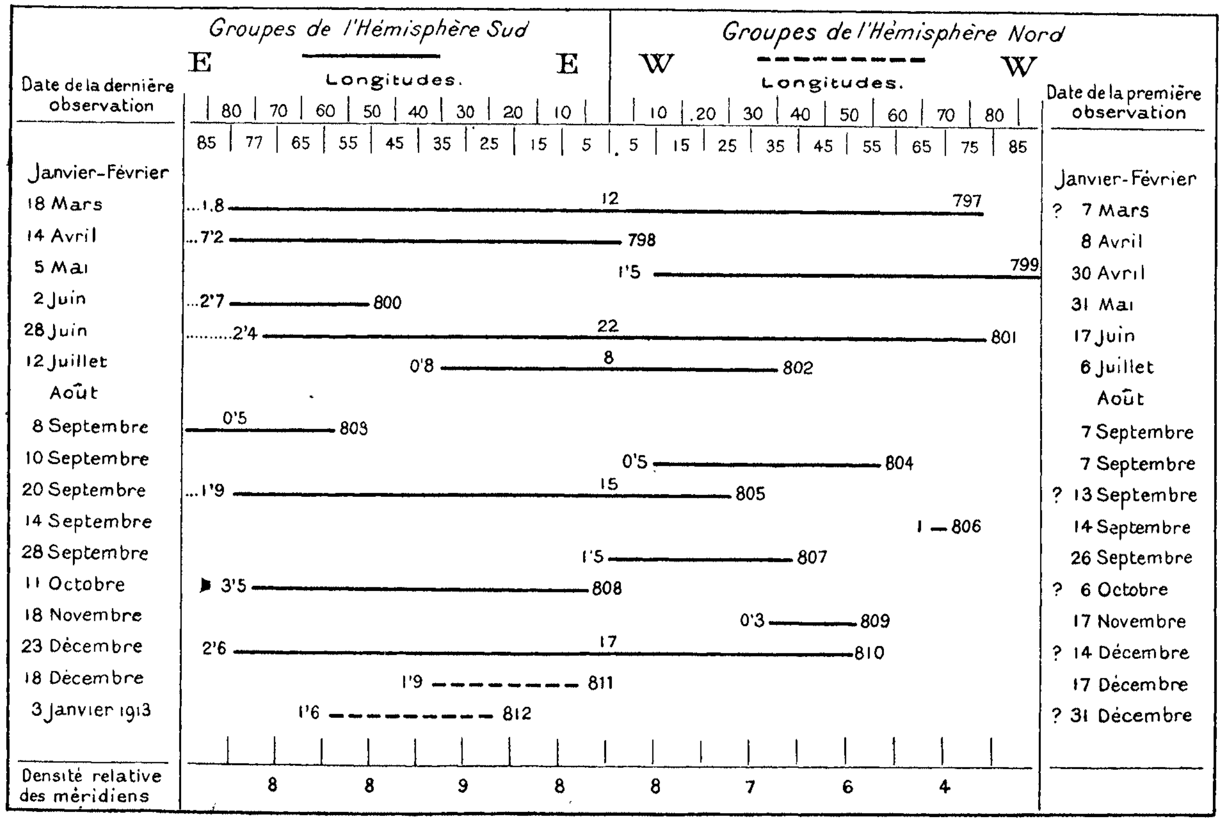

Groupes de l'Hémisphère Sud
Groupes de l'Hémisphère Nord
E
E
W
W
Longitudes.
Longitudes.
80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10
10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80
85 | 77 | 65 | 55 | 45 | 35 | 25 | 15 | 5 | 5 | 15 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85
Date de la dernière observation
Date de la première observation
Janvier-Février
18 Mars ...1.8 12 797
14 Avril ...7'2 798
5 Mai 1'5 799
2 Juin ...2'7 800
28 Juin ...2'4 22 801
12 Juillet 0'8 8 802
Août
8 Septembre 0'5 803
10 Septembre 0'5 804
20 Septembre ...1'9 15 805
14 Septembre 1 806
28 Septembre 1'5 807
11 Octobre 3'5 808
18 Novembre 0'3 809
23 Décembre 2'6 17 810
18 Décembre 1'9 811
3 Janvier 1913 1'6 812
Janvier-Février
? 7 Mars
8 Avril
30 Avril
31 Mai
17 Juin
6 Juillet
Août
7 Septembre
7 Septembre
? 13 Septembre
14 Septembre
26 Septembre
? 6 Octobre
17 Novembre
? 14 Décembre
17 Décembre
? 31 Décembre
Densité relative des méridiens
8 8 9 8 8 7 6 4

TABLEAU II

Résumé photohéliographique de l'année 1912.

MOIS	TOTAUX MENSUELS							MOYENNES MENSUELLES									
	Jours de photographie	Groupes de taches observés	Groupes de facules seules	Taches	Pores	Superficie tachée	Superficie faculaire	Groupes de taches	Groupes de facules seules	Taches	Pores	Superficie tachée	Superficie faculaire	LATITUDE Taches °	LATITUDE Facules °	LONGITUDE Taches °	LONGITUDE Facules °
Janvier	30	0	10	0	0	0	2700	0	0.3	0	0	0	90	0	— 1.5	0	265.8
Février	22	0	3	0	0	0	800	0	0.1	0	0	0	36	0	— 10.3	0	172.2
Mars	26	10	4	16	22	1314	8700	0.4	1.5	0.6	0.8	50	335	— 12.7	— 11.8	288.1	295.4
Avril	26	7	12	16	36	2319	29000	0.2	0.4	1.3	0.6	89	1127	— 11.6	— 11.1	306.1	310.8
Mai	30	6	14	5	18	384	18700	0.2	0.4	0.2	0.6	13	623	— 10.6	— 11.5	207.0	309.8
Juin	28	14	28	15	1	2558	28600	0.5	1.0	0.5	0.0	91	1021	— 7.1	— 9.0	25.0	144.3
Juillet	30	6	20	11	11	359	15100	0.2	0.7	0.4	0.4	12	503	— 3.4	— 9.6	176.6	211.5
Août	31	0	15	0	0	0	10400	0	0.5	0.0	0.0	0	335	— 0	— 6.9	0	186.5
Septembre	24	19	14	47	32	1707	23700	0.8	0.6	1.9	1.3	71	990	— 6.5	— 5.6	196.5	117.2
Octobre	26	11	17	11	21	1167	25800	0.4	0.7	0.4	0.8	44	992	— 6.9	— 7.9	69.8	81.1
Novembre	27	2	11	2	1	47	6800	0.07	0.4	0.07	0.04	17	267	— 2.4	— 5.9	190.3	152.6
Décembre	24	11	4	28	61	1575	15200	0.5	0.2	1.1	2.5	65	596	+ 0.7	+ 3.9	90.7	188.1
	TOTAUX ANNUELS							MOYENNES ANNUELLES									
	324	86	152	151	203	11430	185500	0.26	0.46	0.46	0.63	35.0	572.5	— 6.5	— 10.6	170.1	167.8

Nombre de photohéliogrammes obtenus pendant l'année 1912. 192

Nombre de nouveaux groupes de taches enregistrés sur les mêmes clichés . 16 dont 2 sur l'hémisphère nord et 14 sur l'hémisphère sud.

(Du n° 796 au n° 812 de la nouvelle série commencée le 1er octobre 1906.)

sité des taches vers le méridien de + 30°. Si, après avoir rempli les lacunes d'ailleurs peu nombreuses de notre statistique, ce fait restait établi non seulement pour l'année 1912 mais pour d'autres années, il pourrait être interprété comme l'effet d'un retard dans l'action de la Terre (voir théorie de M. Nodon). Ce serait donc quelque chose d'analogue au retard des marées par rapport au moment du passage de a Lune au méridien local. La même constatation pourrait être essayée par rapport aux autres planètes pour généraliser la théorie et en déduire le retard propre de l'action de chacun de ces astres.

Pour ce qui est du second tableau, il ne faut pas oublier que le nombre d'observations a toujours été pris comme diviseur dans la détermination des moyennes.

BULLETIN SISMIQUE

Mai 1913.

L'activité sismique du mois a été assez considérable à notre station sismologique ; vingt tremblements de terre y ont été enregistrés. Des neuf pléosiosismes, le n° 63 a été ressenti faiblement à Alicun (Pr. d'Alméria) et des autres nous n'avons reçu encore aucuns renseignements macrosismiques. Le plus important de tous, le n° 55, doit être un sisme portugais avec épicentre fort probablement vers Montemor Novo et Estremoz (*Sierra d'Ossa*), d'après nos graphiques et une copie de celui obtenu à l'Observatoire de San Fernando avec un Cartuja vertical de 700 kilogrammes, envoyée par le Directeur général T. de Azcàrate; l'heure des P des sismogrammes est donnée par les stations de Tolède et d'Alméria. Un autre graphique du Cartuja de San Fernando joint aux nôtres, localise le foyer du n° 54 vers Estepona et Marbella (Pr. de Malaga). Les autres plésiosismes sont moins intéressants et presque tous extrêmement faibles.

Des onze télésismes, un, le n° 67, semble africain et de même que les n°s 23 (27 février) et 31 (27 mars) très probablement dans le N. de l'Erythrée. Le n° 70 (19 mai) aurait son foyer d'après M. le Prof. C. Zeissig par 65°,7 N 20°,0 W. à 200 kilomètres environ au NNW. de Reykjavik (Islande). Il est remarquable par l'extrême faiblesse de son maximum, la courte période de celui-ci et ses avants-coureurs, très accentués; S était difficile à déterminer pour la composante ENE. Les n°s 69, 71 et 72 sont des sismes extrêmement éloignés, quoique moins que le n° 56 dont la distance est peut-être de 17000 kilomètres. L'épicentre du n° 51 (30 avril), calculé avec Cartuja, Hambourg et Ottawa est aux iles Andrejanowski (Aléoutiennes centrales), par 50°,2 N.-173°,7 W.

EMM. Mª S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de l'Observatoire sismologique de Cartuja (Grenade).

No V (Mai 1913).

No d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Intensité	COMMENCEMENT DE P	COMMENCEMENT DE S	COMMENCEMENT DE L	MAXIMUM Heure	MAXIMUM A	MAXIMUM T	C Heure	C T	F	OBSERVATIONS
					h.m.s.	h.m.s.	h.m.s.	h. m. s.	μ	s	h. m. s.	s	h. m.	
53	1	ENE	Bif.	I*u*	*i*7-22-24	*e*7-32-54	7-37,2	—	—	—	—	—	8-	△ = 9400 kil Max. très faible.
54	2	NNW	Cart.	I*v*	7-26-1	—	7-26-26	7-26-36	2	1,5	—	—	7-28,9	» 193 » *i* = 7h.26m.13s.
55	4	ENE	Bif.	»	*i*9-54-12	*i*9-54-58	9-55-12	9-55-47	12	3	—	—	10-5,3	» 420 »
56	8	»	»	I*u*	*e*18 54-58	*i*19-13-46?	19-25-	19-40,5	50	30	20-31	15	21-10	» probablement > 16 000 kil. S., peut-être R.
57	»	NNW	Cart.	I*v*	21-25-28	—	21-25-32	21-25-32	0,6	0,5	—	—	—	△ = 30 kil. 3 petits tremblements de terre du même foyer.
58	»	»	»	»	21-25-35	—	21-25-39	21-25-40	2	0,5	—	—	—	» » »
59	»	»	»	»	21-25-43	—	21-25-46	21-25-46	1,2	0,5	—	—	21-26,9	» » »
60	9	»	»	»	—	—	0-43-49	0-43-53	1	1,5	—	—	0-44,8	
61	11	»	Om.	I*r*	—	—	*e*10-20,6-	10-22,3	10	12	—	—	10-40	
62	»	ENE	Bif.	»	—	—	(*i*20-20-49)	22-22-44	15	12	—	—	20-43	
63	13	NNW	Cart.	I*v*	*i*12-29-12	—	12-29-20	12-29-22	4	0,8	—	—	20-43	» 62 »
64	14	»	»	»	*e*1-55-26	—	1-55-34	1-55-36	1	0,8	—	—	1-56,4	» » »
65	16	»	»	»	11-57-26	—	11-57-37	11-57-45	2	2	—	—	1-58,3	» 77 »
66	»	ENE	Bif.	Iʒ*u*	—	—	13-16	13-18,4	15	21	—	—	14	
67	17	»	»	I*r*	*i*8-26-57	8-33 29	8-38,9	8-47-40-	8	11			9-5	» 4810 »
68	18	»	»	I*u*	*i*2-28-2	2-40-42	3-1	3-17,2-	60	25	4-19	18	4-30	» 12700 » *e*P = 2h.27m.56s. C vert.
69	»	»	»	I	—	—	12-35	—		14-18	—	—	12-55	
70	19	NNW	»	I*r*	*i*15-51-39	15-56-50	15-58,5	15-59-32	12	9	—	—	16-22	△ = 3410 kil.
71	24-25	ENE	»	I*u*	*i*23-37-54	*i*23-49-28	0-7,4	0-17,6	50	20	1-29	12	1-35	» ¿11000 » Circà.
72	30	»	»	II*u*	*e*12-4-57*?	*i*12-16-31	12-29	12-54-14- 12 59-27- 13 10 34-	180 140 115	31 23 21	14 45,0	13	16-25	» ¿10830 » *C. vert. — *i* = 12 h. 6 m. 39 s.

Bulletins mensuels

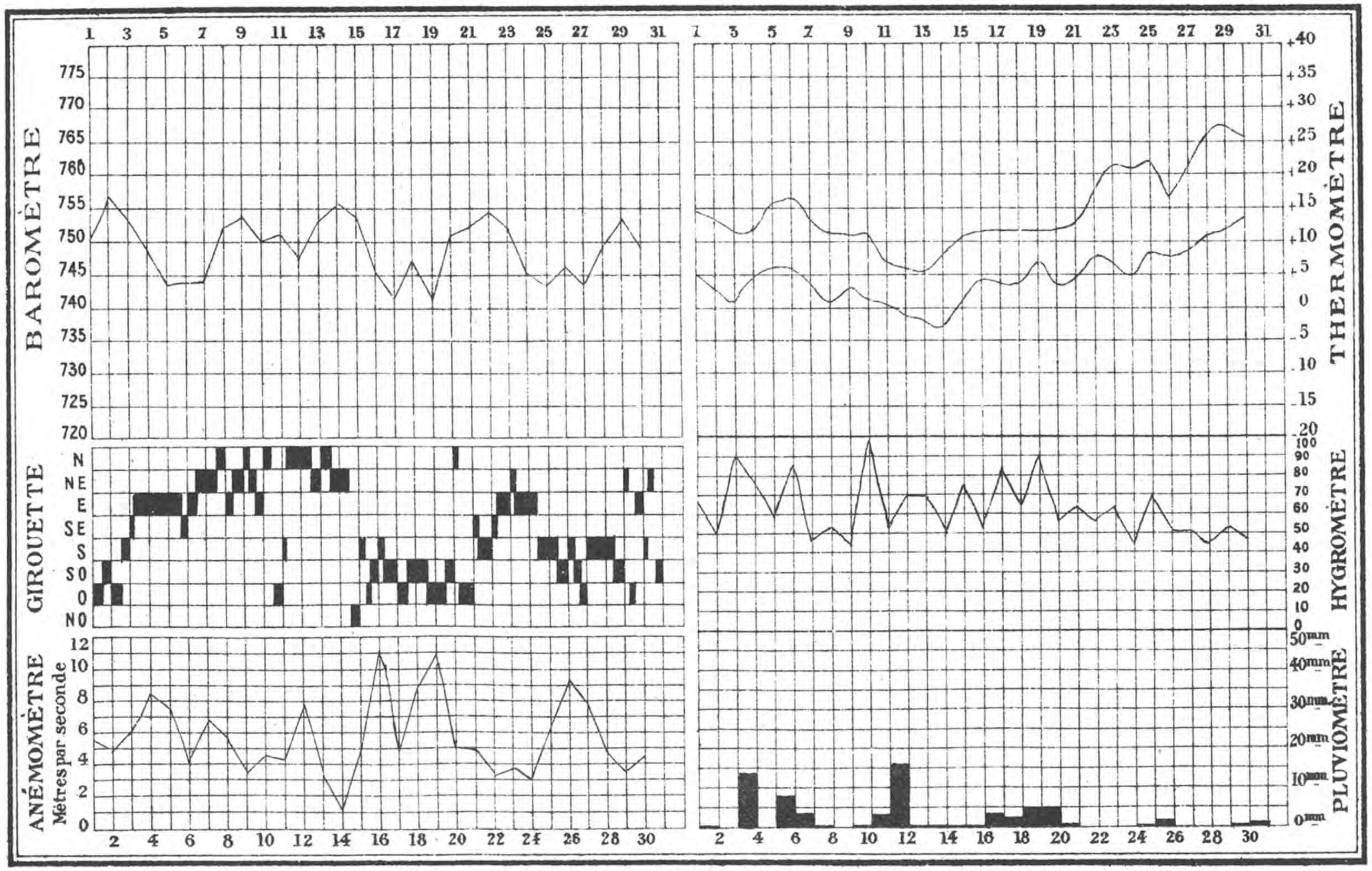
BULLETIN DU CLIMAT DE LA BELGIQUE (Mai 1913)

Observations d'Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	Mai 1913
Hauteur barométrique moyenne à midi . . .	752,3mm	751,1mm
Hauteur barométrique moyenne la plus élevée .	757,2	—
Hauteur barométrique moyenne la plus basse .	748,1	—
Température moyenne du mois	12°6	14°3
Température moyenne la plus élevée	16,6	—
Température moyenne la plus basse	9,4	—
Maximum thermométrique absolu	31,8	29,3
Minimum thermométrique absolu	—1,5	4,0
Nombre de jours de gelée .	0	0
— maximum . . .	1	—
— minimum . . .	0	—
Vents dominants (proportion sur 100)	SW (21), W (15), NE (14), E (13).	N (19), NW (18), SW (15), S (15).
Vitesse moyenne du vent .	4,0	4,1
Humidité moyenne à midi .	61,9	64,6
Hauteur totale d'eau recueillie.	56mm	101,8mm
Hauteur maximum . . .	157	—
Hauteur minimum . . .	1	—
Nombre de jours d'eau recueillie	15	20
Nombre de jours d'orage .	3	6
— — de neige .	0,4	0
— — de grêle .	1,4	4
Heures de soleil (total possible).		480 h. 47
— (total observé). .		202 h. 50
Nombre de jours sans soleil.		4

N. B. — L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. La température moyenne est déterminée d'après les maxima et les minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm1.

OBSERVATIONS D'UCCLE — Avril 1913



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

Mai 1913	UCCLE			FURNES			OSTENDE			MAESEYCK			LIEGE			SPA			ARLON		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	25.1	8.7	16.9	17.3	8.9	13.1	15.1	8.9	12.0	27.7	10.4	19.0	26.6	9.8	18.2	25.0	10.0	17.8	23.9	7.5	15.7
2	19.0	6.9	7.9	12.3	6.5	9.4	11.6	7.4	9.5	12.8	7.0	9.9	10.0	6.9	8.4	10.8	6.0	8.4	10.1	4.5	7.3
3	16.3	4.5	10.4	14.7	5.0	9.8	13.8	4.9	9.3	15.0	5.0	10.0	13.1	4.8	8.9	12.0	2.0	7.0	14.1	2.3	8.2
4	15.3	7.1	11.2	16.7	7.9	12.3	15.3	7.8	11.5	18.4	4.4	11.4	15.4	7.1	11.2	13.6	6.0	9.8	14.0	3.1	8.5
5	11.8	4.1	7.9	16.7	5.6	11.1	10.8	5.3	8.0	15.3	5.3	10.3	12.8	**4.1**	8.4	12.0	3.0	7.5	8.6	2.6	5.6
6	13.8	7.8	10.8	15.0	8.6	11.8	13.5	9.2	11.3	15.6	6.7	11.1	12.2	7.2	9.7	12.8	7.0	9.9	12.2	4.3	8.2
7	11.0	5.5	8.2	14.4	6.2	10.3	13.6	7.9	10.7	11.0	5.2	8.1	9.6	6.2	7.9	13.0	5.0	9.0	9.7	2.7	6.2
8	14 4	4.8	9.6	14.6	5.0	9.8	13.3	5.8	9.5	14.4	**2.0**	8.2	13.5	5.2	9.3	11.0	**1.5**	6.2	12.8	1.8	7.3
9	16.9	9.0	12.9	14.2	9.0	11.6	14.7	10.1	12.4	17.7	7.2	12.4	17.4	9.7	13.5	16.5	9.0	12.7	15.3	5.0	10.1
10	24.3	11.2	17.7	19.0	7.6	13.3	20.1	8.0	14.0	23.3	11.0	17.1	24.4	12.4	18.4	22.0	12.0	17.0	21.3	10.4	15.8
11	14.5	6.7	10.6	14.4	5.3	9.8	14.1	5.6	9.8	14.3	8.2	11.2	15.5	8.2	11.8	14.0	6.2	10.1	15.2	5.3	10.2
12	17 8	7.5	12.6	.17.0	5.0	11.0	15.4	6.7	11.0	19.3	5.4	12.3	17.0	6.3	11.6	15.5	4.0	9.7	15.5	6.4	10.9
13	19.6	8.8	14.2	21.0	10.8	15.9	18.6	10.2	14.4	21.3	6.0	13.6	19.7	8.0	13.8	18.0	7.0	12.5	17.6	5.2	11.4
14	19.5	8.9	14.2	22.0	10.0	16.0	18.1	11.0	14.5	19.3	6.6	12.9	17.6	7.8	12.7	18.0	6.8	12.4	18.2	8.1	13.1
15	22.3	8.9	15.6	20.6	11.0	15.8	17.4	11.2	14.3	23.6	8.0	15.8	20.1	8.7	14.4	20.0	6.5	13.2	20.1	9.5	14.8
16	22.0	9.2	15.6	15.0	10.2	12.6	13.9	10.9	12.4	20.9	8.3	14.6	18.9	9.6	14.2	19.8	7.5	13.6	18.2	10.6	14.4
17	22.8	9.7	16.2	14.8	10.0	12.4	13.9	10.9	12.4	24.1	10.5	17.3	21.4	11.8	16.6	21.0	9.0	15.0	21.2	10.4	15.8
18	15.4	5.8	10.6	15.0	7.2	11.1	13.6	9.9	11.7	19.3	6.3	12.8	17.2	8.0	12.6	17.0	7.0	12.0	19.9	9.6	14.7
19	14.9	**4.0**	9.4	15.8	5.0	10.4	13.9	8.6	11.2	15.9	4.0	9.9	13.5	6.2	9.8	12.7	3.7	8.2	14.4	2.2	8.3
20	14.0	4.3	9.1	15.8	**4.9**	10.3	13.4	**4.8**	9.1	14.2	3.2	8.7	12.2	5.3	8.7	9.5	3.0	6.2	12.4	**1.0**	6.7
21	17.5	7.7	12.6	17.0	7.1	12.0	15.0	6.8	10.9	18.8	6.2	12.2	15.7	9.7	12.7	14.7	8.2	11.4	14.7	5.2	9.9
22	17.9	9.1	13.5	21.0	9.0	15.0	17.8	10.6	14.2	19.0	9.7	14.3	18.6	9.6	14.1	17.6	8.0	12.8	17.9	7.9	12.9
23	16.8	6.0	11.4	18.0	8.3	13.1	15.0	8.7	11.8	16.2	5.7	10.9	15.4	6.3	10.8	14.0	3.2	8.6	15.2	5.1	10.1
24	15.7	10.0	12.8	18.9	9.1	14.0	15.7	9.8	12.7	14.0	10.7	12.3	14.0	8.4	11.2	12.0	9.5	10.7	12.9	7.7	10.3
25	19.5	10.8	16.1	20.6	8.0	14.3	17.2	8.4	12.8	18.3	8.4	13.3	18.1	9.1	13.4	16.0	6.8	11.4	19.5	9.3	14.4
26	24.3	12.9	18.6	26.2	12.0	19.1	23.8	13.4	18.6	24.6	10.4	17.5	21.5	11.7	16.6	21.0	9.0	15.0	22.9	11.4	17.1
27	27.0	14.0	20.5	29.4	13.2	21.3	28.0	15.1	21.5	28.1	13.0	20.5	26.6	14.6	20.6	25.4	13.5	19.4	24.9	13.5	19.2
28	27.9	11.6	19.7	26.8	11.7	19.2	23.8	11.7	17.7	28.9	12.3	20.6	26.4	13.6	20.0	25.2	10.8	18.0	26.2	11.0	18.6
29	24.3	13.2	18.7	26.0	12.8	19.4	24.7	11.1	17.9	25.0	12.7	18.8	22.7	14.3	18.5	22.0	10.8	16.4	23.0	11 1	17.0
30	27.9	17.8	22.8	29.2	17.6	23.4	28.6	17.8	23.2	30.4	16.4	23.4	27.8	18.0	22.9	26.5	17.0	21.7	25.7	15.4	20.5
31	**29.3**	9.7	19.5	**29.8**	10.1	19.9	**29.9**	11.0	20.4	**30.8**	14.4	22.6	**29.2**	12.0	20.6	**27.8**	13.0	20.4	**26.7**	13.6	20.1

Notes

Météorologie agricole. — Les lecteurs de *Ciel et Terre* apprendront certainement avec plaisir la collaboration régulière à notre bulletin de M. Perrotin, météorologiste au Bureau central météorologique de France ; il a bien voulu se charger de nous tenir au courant des travaux de météorologie aréonautique, il nous fera part également des progrès de la météorologie agricole. La contribution scientifique de M. Perrotin rendra plus intéressante encore la lecture de notre revue; en effet, nul mieux que lui ne pourra dire ce qui se fait en météorologie aéronautique, étant secrétaire adjoint de la commission mixte formée sous les auspices de la Société météorologique de France pour l'étude des rapports de l'aéronautique et de la météorologie.

Cette commission, fondée tout récemment, s'est réunie pour la première fois le vendredi 30 mai dernier sous la présidence du colonel Renaud. Au cours de cette réunion, la commission a décidé la publication d'une notice indiquant aux aviateurs et aux aéronautes les différentes sources de renseignements météorologiques auxquels ils peuvent, dès maintenant, s'adresser.

Elle a, en outre, émis le vœu suivant : création en France de stations où seraient effectués chaque jour des lancers de ballons pilotes destinés à fournir des renseignements sur les courants aériens.

Un exemple frappant qui montre l'importance de la météorologie pour la navigation aérienne se trouve consigné dans le compte rendu de la séance du 26 mars 1913 de la Société météorologique de France. Nous y lisons : « M. le Président rappelle que M. Rumpelmayer, qui vient de battre le record de la distance en ballon sphérique, est parti sur les indications que lui a communiquées le Bureau central météorologique ; une part de son succès est due au Service des avertissements que M. le lieutenant-colonel Renard est heureux de féliciter au nom de la Société. » (*Annuaire de la Société Météorologique de France*, avril 1913.)

Le même numéro de l'*Annuaire de la Société Météorologique de France* contient un travail de notre nouveau collaborateur intitulé : « Sur la météorologie agricole », « Quelques études agro-météorologiques ». Nous ne pouvons mieux faire que de résumer ici cette étude pour montrer combien la Belgique est arriérée dans cet ordre d'idées.

Alors que la France étudie encore le programme méthodique des recherches agro-météorologiques, à l'étranger, en Russie notamment, on travaille sous la direction de M. Brounoff.

Les questions agro-météorologiques sont nombreuses et complexes ; elles varient avec le climat, la nature du sol, la culture particulière; elles ne sont pas les mêmes pour un pays de neiges hivernales comme la Russie et les régions à climat marin comme celles de l'ouest de l'Europe. On peut cependant indiquer, d'une façon générale, les principaux ordres d'idées auxquels elles se rattachent.

Tout d'abord, il est utile de connaître les conditions météorologiques moyennes nécessaires au bon développement d'une plante.

Ces conditions sont utiles partout, mais surtout en pays neufs où les terres de labour gagnent sur la steppe et la forêt dans lesquels les observations météorologi-

ques peuvent utilement précéder et guider le choix d'une culture (notre Congo par exemple).

Les variations des facteurs météorologiques ont plus d'influence encore sur l'état d'une culture; tel est un second point de vue auquel on peut se placer; cet ordre d'idées a d'ailleurs déjà été le sujet de nombreux travaux.

Le ministère de l'agriculture russe a indiqué dans quelles conditions doivent se trouver les champs d'observation :

1° Conditions topographiques, géologiques, agricoles, uniformes pour toute l'étendue du champ;

2° Le niveau des eaux souterraines sera profond;

3° Le champ d'expériences sera éloigné de toute usine, chantier et grande voie de communication;

4° Si les diverses parties du champ ont été soumises antérieurement à des cultures différentes, il est nécessaire d'en unifier l'entière superficie;

5° Chaque parcelle de terrain sera entourée d'une bande de protection de 1 à 4 mètres de largeur;

6° Se conformer aux usages locaux pour les procédés et instruments de travail, les engrais, les semailles... Choisir les semences d'espèces locales parfaitement acclimatées. La récolte et le semis seront effectués en un seul jour.

Les stations sont divisées en trois groupes : stations horticoles, forestières et de culture potagère.

Dans chaque station, les observations agro-météorologiques se font d'après un plan uniforme.

En plus des observations météorologiques usuelles, on note avec soin les jours des changements de phases dans la poussée et l'aspect des cultures, la nature des herbages naturels, l'apparition des insectes ou des maladies contagieuses. On évalue fréquemment la hauteur des plantes, la profondeur de pénétration des racines et, en hiver, l'arrivée, l'épaisseur des neiges et la profondeur du terrain congelé.

La vie des plantes est divisée en différentes phases, pendant lesquelles les observations des météorologistes varient :

1° De l'ensemencement à la première pousse :

a) Nature de la plante, la graine, poids, etc.;

b) Date des semailles, quantité semée, date d'apparition de la première plante, etc.;

c) Nombre d'échantillons prélevés pour la mesure de l'humidité du sol, phénomènes météorologiques qui pourraient nuire au semis (gelée blanche, grêle, averses, ravinement);

2° De l'apparition de la première pousse à l'époque de la montée en épis :

a) Dates de l'apparition des ramifications, apparition du premier épi;

b) Phénomènes météorologiques qui auraient pu nuire (vents, sécheresse).

3° De la montée en épis jusqu'à la maturité gélatineuse ou laiteuse;

4° De la maturité laiteuse à la maturité complète. Récolte, rendement.

Quelques exemples et résultats d'études agro-météorologiques sont ensuite cités.

A la station d'Obitocen, dans le gouvernement de Tauride, d'abord à l'école de Parfin.

L'auteur termine son travail par quelques considérations sur la culture du blé et le dry-farming pour prouver combien sont importantes les conclusions auxquelles peut donner lieu une étude agro-météorologique de longue haleine.

D'abord, quelle est la définition donnée par M. Angot de la chaleur totale utile à une plante déterminée.

Ayant démontré que la limite inférieure des températures utiles pour la croissance des céréales est très exactement 5°, il fait le calcul des quantités de chaleur utile ou la somme des températures utiles en retranchant 5° de toutes les températures moyennes diurnes et additionnant les seuls nombres positifs qui sont restés.

En Amérique, on a pu établir que le départ de la germination peut se dater au printemps du moment où la température moyenne dépasse 5° et la fin de la maturité en automne de celui où la même température moyenne tombe au-dessous de 10°.

La comparaison de l'évolution du cycle vital du blé au Canada, dans le Far-West des Etats-Unis et en Russie a permis d'établir quelques relations simples :

1° Il n'y a pas de relation directe entre la durée de la période de croissance et la quantité totale de chaleur utile ;

2° Les stations nécessitant la plus petite quantité de chaleur totale utile sont situées dans les régions à température estivale plus basse ;

3° Pour les mêmes espèces végétales, dans des climats différents, un même développement nécessite dans des climats chauds des chiffres de température plus élevés que dans les climats froids (loi de Shimper).

La culture du blé peut donc être limitée par la température dans les régions septentrionale ; elle peut être aussi rendue impossible par manque d'eau.

Le dry-farming permet la culture du blé dans des régions relativement arides, où les pluies se produisent surtout l'hiver et au printemps.

Le principe général du dry-farming consiste à emmagasiner de l'eau en saison humide pour maintenir les plantes en végétation pendant la période sèche qui peut durer six mois.

Grâce à cette pratique culturale dans les régions à climat du type méditerranéen, où la hauteur minima est de 250^{mm} d'eau, et dans les régions à climat continental, où tombent 275^{mm} d'eau, cette culture est possible.

Les services rendus sont déjà notables. Il est encore beaucoup d'autres questions à élucider dont la nomenclature serait fastidieuse ; il suffira de citer, pourfinir, la lutte contre les gelées du printemps. Dans cet ordre d'idées, on peut indiquer les résultats obtenus dans les vergers californiens. Le Weather Bureau annonce, en général, deux jours à l'avance l'arrivée des vagues de froid. Les horticulteurs annulent les effets désastreux de ces périodes par la formation de nuages artificiels.

On sauve ainsi chaque année pour plusieurs millions de citrons et d'oranges.

Il importe donc qu'agronomes et météorologistes s'entendent pour établir un programme rationnel de recherches et y travaillent avec toute l'ardeur que mérite l'importance pratique des résultats à obtenir. P. Poskin.

L'Observatoire de Kew et la chronométrie. — Le transfert dans les locaux de la National Physical Laboratory, du service chronométrique, installé jusqu'ici à l'Observatoire de Kew, met un terme aux célèbres concours de Kew, si importants dans l'histoire de la chronométrie anglaise. C'est là un épisode, prévu depuis quelque temps, d'une évolution qui tend à grouper de plus en plus, sous une seule direction, toutes les recherches de précision dans des instituts spéciaux, dont chaque grand pays a tenu à être doté.

Le plus ancien des instituts créés spécialement en vue d'expériences précises est

le Bureau international des Poids et Mesures, institué par la Convention du Mètre, du 20 mai 1875, et dont les brillants états de service sont connus de tous ceux qu'intéressent les progrès de la science. Mais le programme même qui lui est imposé par sa charte de fondation est d'une nature assez restreinte et, bien qu'il en soit un peu sorti quelquefois, pour le plus grand bien de la connaissance de phénomènes délicats, il ne ne saurait l'étendre indéfiniment. Cette extension est l'affaire des instituts nationaux, dont la Reichsanstalt, entretenue à Charlottenbourg par le budget de l'empire d'Allemagne, est encore à la fois le plus ancien et le plus célèbre. En Russie et aux Etats-Unis, la Chambre centrale des Poids et Mesures et le Bureau of Standards réunissent les recherches précises au service proprement dit des Poids et Mesures, étendu au contrôle de tous les appareils de mesure industrielle et commerciale ; il en sera de même du Bureau fédéral des Poids et Mesures, lorsqu'il aura atteint le plein développement prévu par ses attributions.

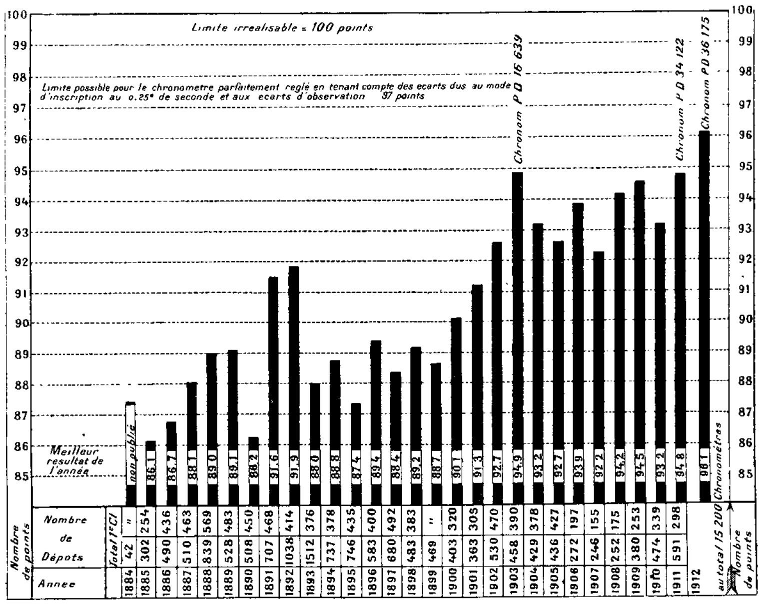


Fig. 16. — Observatoire royal de Kew Londres (National, Physical, Laboratory). Sur 15,000 chronomètres observés jusqu'à ce jour, les trois meilleurs sortent des ateliers Paul Ditisheim, à La Chaux-de-Fonds. Ce sont : n°s 16339 avec 94.9 points, 34122 avec 94.8 points et 36175 avec 96.1 points.

En Angleterre et en France, au contraire, le National Physical Laboratory et le Laboratoire d'essais du Conservatoire sont restés indépendants du Service des Poids et Mesures, confié à une autre administration.

Le National Physical Laboratory, créé en 1899, a procédé d'abord par une extension de l Observatoire de Kew, resté jusque-là confiné aux observations météorologiques et magnétiques, en même temps qu'au service chronométrique. Mais, l'espace faisant défaut, l'annexe, devenue la partie principale de l'institut, fut transportée à

Teddington, qui devint le siège d'une direction unique confiée au Dr R. Glazebrock, membre de la Société royale de Londres, s'étendant à l'Observatoire de Kew, resté sous la conduite scientifique du Dr Ch. Chree. Puis voici la dernière étape : le jeune coucou, devenu vigoureux, mange sa mère, mettant ainsi le point final à un glorieux passé.

Il n'est pas inutile de rappeler, à ce propos, le rôle capital joué par les concours de Kew, et qui faisait, de la publication des résultats annuels, une sorte d'événement mondial de la chronométrie. A la fin de chaque année, les chronométriers anglais et leurs émules continentaux participant aux concours attendaient avec anxiété la publication des résultats, autour des meilleurs desquels une âpre lutte était engagée. Et lorsque, dans une année particulièrement heureuse, le total des points obtenus par un chronomètre s'était rapproché sensiblement plus que ses meilleurs devanciers du chiffre 100 irréalisable, on en parlait comme d'une conquête nouvelle de la chronométrie. Aussi peut-on juger de l'émotion qui s'empara des chronométriers anglais lorsque la première pièce envoyée au concours par M. Paul Ditisheim franchit d'un bond l'intervalle de 92.7 à 94.9 points.

Pour la première fois, le balancier Guillaume faisait son apparition à Kew et apportait un précieux appoint à une pièce qui était en elle-même une merveille.

La compétition suit un nouvel essor. Les meilleurs chronométriers suisses y prirent une part active et vinrent régulièrement avec des pièces munies du balancier Guillaume enlever à leurs confrères anglais la tête du concours, restés attachés par tradition à l'ancien balancier, sans cependant atteindre le chiffe de M. Paul Ditisheim, en apparence si inaccessible que la légende en vint à l'attribuer à un heureux hasard qui ne se renouvellerait pas.

Il fallait en avoir le cœur net. Coup sur coup, en 1911 et 1912, M. Ditisheim envoya deux autres pièces; elles sortirent avec les nombres de classement de 94.8 et 99.1. Cette fois, le hasard ne pouvait plus être invoqué; son action eût été trop constante. Ainsi finissent, par quelques résultats sans précédents et comme une pleine envolée, les concours qui ont mis aux prises plus de 15,000 chronomètres, et dont M. Paul Ditisheim est définitivement sacré le lauréat imbattable. C'est là un fait d'histoire, que la chronométrie suisse pourra revendiquer dans tous les temps comme un de ses titres de gloire.

Comète Gale 1912a. — Cette comète a été encore observée à l'Observatoire Bothkamp par le Dr H. Kritzinger le 26 avril (A. N. 4651). Il la décrit comme une nébulosité elliptique dont les axes avaient respectivement 1' et 0'7. L'éclat total était de 12^m5 et celui du noyau de 12^m8. Van Biesbroeck, à Uccle, l'a observée pour la dernière fois le 28 avril, l'astre étant alors de 13^m5. A Alger, M. Gonnessiat a pu la suivre encore, mais à la limite de visibilité le 2 mai. Il est peu probable que des observations plus récentes aient pu être assurées.

Saturne. — Barnard, à l'Observatoire, Yerkes a pu observer *visuellement* Phœbe 9e satellite de Saturne, au moyen du réfracteur de 40 pouces. Ces observations sont des 8, 9 et 31 décembre 1912, 3 et 4 janvier 1913. La position très favorable de Saturne à cette opposition a rendu les observations beaucoup plus faciles qu'en 1906. Phœbe apparaissait comme une étoile de 14e grandeur environ. La réduction des observations a montré que l'éphéméride calculée par le Dr F.-E. Ross et parue dans l'*American Ephemiris* est sensiblement exacte (A. N. 4651).

Nouvelles variables. — T.-H. Astbury à Wallingford (Angleterre) a découvert le 7 avril dernier deux nouvelles variables dans la constellation de la Petite Ourse et qui ont été cataloguées 12 et 13 1913.

12 1913 = B. D. + 86°244 α 16 h. 47 m. 51 s. δ = + 86°30 s. 9
(Position 1855,0) Gr. 8,7.
13 1913 = B. D. 86°252 α 17 h. 13 m. 20 s. δ = + 86°40 s. 4
(Position 1855,0) Gr. 9,4.

Ces étoiles ont été identifiées par le Prof. Turner, d'Oxford. L'identité de la seconde est cependant incertaine. Il se pourrait qu'il s'agisse plutôt d'une étoile un peu au sud de 86°252.

85°244 a pu être observée au minimum les 7 et 19 avril et 1er et 6 mai. Ce dernier minimum a permis de déduire la période approximative de 1 j. 7. Ce serait une variable du type d'Alzol.

Pour 85°252, il est nécessaire d'attendre de nouvelles observations. Celle obtenues font pencher pour une variable du type U Geminorum (Anti-Algol (A. N. 4555).

Binaire spectroscopique. — Une communication d'Oliver J. Lee annonce la reconnaissance de 4 Hev. Draconis α 12 h. 8 m. δ + 78°10' comme binaire spectroscopique. Le spectre est du type A5 suivant la *Harvard Revision* et montre de nombreuses raies susceptibles de mesure. De nouvelles observations sont nécessaires pour déduire l'orbite avec certitude. D'après 6 spectrogrammes, les variations de vitesse atteindraient 95 kilomètres (A. N. 4655).

Comète 1913a Schaumasse. — Cette comète a été découverte par Schaus masse à l'Observatoire de Nice le 6 mai à 15 h. 5 m. t. m. Nice. Sa position de découverte était α app. 20 h. 54 m. 44' δ app. + 9°52' grandeur $9^{m}5$. Le télégramme annonçait mouvement nord-est. Un second télégramme rectificatif du 8, donnait : mouvement diurne — 3 m. 12 s. et + 51'

De nombreuses observations ont été obtenues et télégraphiées à la Central-Stelle, notamment les observations du 7 mai à Rome par Millosevich, à Leyde par Voûte, Utrecht par Nijland, à Padoue par Antoniazzi, à Alger par Gonnessiat et Sy.

Pour Uccle, un retard malencontreux dans la remise du télégramme de découverte au service des équatoriaux n'a pas permis d'avoir une observation le 7. La première observation a été ainsi reportée au 11 mai, le temps étant resté couvert les 8, 9 et 10

Voici, suivant les renseignements communiqués par notre collègue M. Van Biesbroeck, le résumé des observations au réfracteur de 38 centimètres à Uccle. Le 11 mai la comète se présente sous forme d'une nébulosité arrondie d'environ 2' de diamètre, avec un petit noyau de 11e grandeur, l'éclat total étant de 10e grandeur. Le 12 mai pas de remarque concernant l'aspect physique. Le 14 mai, l'astre est estimé de $9^{m}0$ éclat global. Le 15, cet éclat est de $9^{m}1$; le diamètre de la nébulosité est d'environ 5'.

Le 18, l'éclat a certainement augmenté, mais la présence de la Lune gêne l'observation. Même remarque pour le 22, l'éclat est estimé $9^{m}4$. La condensation centrale est bien marquée. Le 24 l'éclat est de $8^{m}5$, le noyau peu prononcé n'est que de 11e grandeur, le diamètre global atteint 8'. Le 25, l'éclat a diminué sensiblement par

rapport à la nuit précédente. Il est à remarquer que ce jour le ciel était beaucoup plus transparent que la veille. L'éclat global est estimé de $9^{m}1$. Le diamètre de la nébulosité est de 6' environ et au centre se trouve un petit noyau stellaire de 12e grandeur. Cette diminution d'éclat peut n'être qu'accidentelle; Schaumasse et Fayet annonçaient, en effet, que d'après leurs calculs, l'astre augmenterait d'éclat jusqu'au début de juin et deviendrait vraisemblablement visible dans de petites lunettes.

En fait, cette assertion ne s'est pas vérifiée, l'astre est resté un objet assez difficile dont l'éclat a atteint à peine la 8e grandeur, comme éclat global.

A Uccle, M. Jamar a pu en obtenir une position au cercle méridien de Repsold (16 centimètres), mais à la limite d'observation. Borelly à Marseille note la comète, au chercheur de comètes, de 10 gr. 5 le 29 et l'éclat d'une faible étoile de 10e grandeur le 30 mai.

Au point de vue physique, la comète 1913 a été donc très peu intéressante.

J. Bosler (C. R., nº 22, 1913) l'a observée au point de vue spectral les 24, 25, 26, 28 et 31 mai, au moyen du prisme à miroir objectif de $0^{m}25$ et de rapport d'ouverture 1/3.

Le spectre à fond continu s'étendait dans l'ultraviolet jusqu'à λ 360. Trois condensations fort nettes étaient visibles; la bande bleue habituelle du spectre de Swan, attribué au carbone (vers λ 473), celle du cyanogène λ 388 qui était la plus intense et une bande large allant de λ 400 à λ 407 avec maximum vers λ 404.

Nous donnons ci-après les éléments calculés d'une part par Fayet et Schaumasse au moyen des observations de Nice des 5, 7 et 8 mai, et ceux calculés par Kiess et Nicholson et communiqués par Pickering.

Fayet	*Kiess*
T = 1913, mai, 15,4222, t. m. Paris.	1913, 16,28, t. m. Gr.
ω = 53°32'8"	ω = 54°36'
☊ = 315°21'7	☊ = 315°43
i = 152°31'26	i = 152°43'
log q = 0,162920	q = 1,453 log q = 0,16227.

Éclipse totale de Lune du 21 mars 1913. — M. E.-E. Barnard donne dans *Popular Astronomy*, nº 5, vol. XXI, le résultat de ses observations de l'éclipse; les observations ont été uniquement faites à l'œil; la phrase principale du phénomène se passant à la clarté du jour dans des conditions ne permettant aucune photographie. Le fait principal à retenir de ces observations serait que contrairement à de nombreuses éclipses précédentes, la partie éclipsée de la Lune serait restée presque invisible.

Occultation d'une étoile par Jupiter. — Dans une note aux A. N. (nº3642), Banachiewicz annonçait une occultation d'étoile par Jupiter, phénomène assez rare. Le phénomène devait se passer le 25 mai. La position très basse de Jupiter pour nos contrées et l'heure à laquelle devait être faite l'observation laissait peu d'espoir. A Uccle, le temps couvert a rendu toute veille inutile. Le phénomène a pu être observé dans des conditions passables par J. Guillaume à l'Observatoire de Lyon (C. R., nº 23, 1913). L'immersion seule était visible; 15 minutes avant cette immersion, l'étoile (B. D. — 22°5056, grandeur 8,3) était encore visible, mais le voisinage de Jupiter lui avait fait perdre environ deux grandeurs. L'heure observée pour l'im-

mersion ne diffère que de + trois minutes de l'heure calculée par Banachiewicz, qui avait annoncé le résultat de ses calculs en donnant ± dix minutes comme erreur moyenne E. D.

La croisière magnétique du « Carnegie ». — Elle doit se terminer en octobre de cette année par le retour du *Carnegie* à New-York.

Les dernières nouvelles que nous apporte le *Terrestrial magnetism* (Juin 1913) nous montrent le navire quittant Sainte-Hélène le 9 avril pour Bahia. Nous l'avions en dernier lieu laissé, à la fin de l'année 1911, à Batavia (Java); il a quitté Java le 21 novembre 1911 et arriva à Manille (Iles Philippines) le 3 février 1912 après un parcours de 8 292 milles ayant duré soixante-quinze jours.

De Manille il gagna les îles Fiji, puis Papeete (Tahiti) et le 15 octobre 1912, il entrait dans le port de Coronel (Chili), ayant pendant cette campagne fait en 260 points des observations de déclinaison, en 180 points des observations d'inclinaison et d'intensité. Les erreurs de déclinaison relevées dans la partie orientale du Pacifique varient entre 3° et 5°, et sont moins fortes dans la mer de Chine ou entre Manille et Fiji, où elles ne dépassent pas 1°. Les résultats relatifs à la déclinaison ont été tous publiés pendant l'année même.

De Coronel, le *Carnegie*, en décembre 1912 et janvier 1913, a gagné les îles Falkland par le cap Horn, où le navire a eu la chance extraordinaire de rencontrer bon temps, puis, des Falkland, il s'est rendu à Sainte-Hélène, signalant sur son passage une abondance d'icebergs anormale à cette latitude; enfin, comme nous venons de le dire, il a quitté Sainte-Hélène, le 9 avril et en octobre, après avoir repassé par Sainte-Hélène, Falmouth et Porto-Rico, il sera rentré à New-York, après avoir accompli cette merveilleuse campagne de trois années, dont les résultats pratiques, déjà publiés en partie, seront de la plus haute utilité aux navigateurs. Le numéro de juin de *Terrestrial magnetism* contient les déclinaisons déterminées entre Papeete et Coronel, Coronel et les îles Falkland.

On voit avec quel souci de tous les intérêts scientifiques et autres le « travail magnétique » est conduit à la « Carnegie Institution » par M. le Dr L.-A. Bauer.

Aspect troublé de l'atmosphère en 1912. — Une communication faite par W. Eginitis (Athènes) aux Comptes rendus (1) modifie du tout au tout les hypothèses que l'on avait pu faire sur l'origine de ces troubles, dont nous avons parlé plusieurs fois (2). Le directeur de l'Observatoire d'Athènes y relate que le dépouillement des feuilles de l'héliomètre Campbell-Stokes a mis en évidence un affaiblissement du rayonnement solaire dès le 7 avril 1912, soit deux mois avant l'éruption du Katmai, que nous avons signalée comme cause possible de l'origine des perturbations optiques. A partir du 7 avril jusqu'à la fin de mai, l'enregistrement se fit de plus en plus tardif le matin et de plus en plus prématuré le soir, avec des retards et des avances allant jusque 35 et 25 minutes. Pendant les quinze premiers jours de juin, le phénomène diminue pour reprendre ensuite jusqu'en septembre et disparaître brusquement en octobre. Les deux points nouveaux établis par la communication de W. Egi-

(1) D. Eginitis, *Sur les troubles du ciel et l'affaiblissement du rayonnement solaire, observés pendant l'année 1912*, Comptes rendus de l'Académie des sciences, 17 mars 1913.
(2) *Ciel et Terre*, 1912, p. 362; 1913, p. 32, 110.

nitis, c'est-à-dire l'apparition du phénomène dès le mois d'avril, et en second lieu l'existence de deux maxima avec affaiblissement des effets observés dans l'intervalle, sous le beau ciel de l'Attique, modifient donc profondément l'aspect du problème et montrent aussi que les troubles optiques ne paraissent pas avoir suivi la même marche dans le nord et dans le sud de l'Europe.

Institut vulcanologique international. — En août 1910, le Prof. Friedländer a, pour la première fois, exposé le projet de la création à Naples d'un institut vulcanologique international devant le Congrès géologique international de Stockholm qui l'accueillit favorablement; en décembre de la même année, le Congrès de la Société italienne pour le progrès des sciences de Naples fit de même, mais la Société ne donna aucune suite aux vœux émis; enfin, l'Académie royale de Naples, le *Reale Istituto* de la même ville et le comité géologique italien de Rome, appuyèrent aussi le projet, ainsi que la ville de Naples elle-même, si bien que le roi d'Italie reçut même à ce sujet, en 1911, en audience spéciale, le Prof. Friedländer; mais entretemps des adversaires du projet mirent en avant la création d'un institut vulcanologique purement italien, si bien que les deux projets furent peu à peu délaissés. Aussi le Prof. Friedländer s'est-il décidé, en présence de cette situation, à modifier son premier plan; il a créé actuellement à Naples avec ses propres moyens un institut privé de recherches vulcanologiques et adresse à tous les savants qui s'occupent de ces questions spéciales un chaleureux appel de collaboration Dans une note publiée en décembre 1912 dans la *Rivista di Astronomia,* sur l'état actuel du Vésuve, le Prof. Agamennone rappelle aussi qu'il serait du plus haut intérêt de voir le gouvernement italien seconder le Prof. G. Mercalli qui voudrait voir l'Observatoire du Vésuve transformé en un véritable institut vulcanologique italien. Le Prof. Mercalli est d'ailleurs en même temps chaud partisan du projet international du Prof. Friedländer, projet que celui-ci n'a d'ailleurs que momentanément abandonné.

D'un autre côté, l'Association internationale des Académies qui vient de tenir une réunion à Saint-Pétersbourg (l'Académie royale de Belgigue y était représentée par notre éminent géologue M. Malaise) a reçu de la part de l'Académie de Berlin une proposition des plus importantes qui se rattache au même sujet. Elle consiste à engager les divers Etats à créer chacun chez eux un organisme scientifique destiné à étudier les questions vulcanologiques; un comité restreint a été nommé par l'Association pour lui faire rapport à la prochaine assemblée. La décision finale que prendra l'Association des Académies résoudra évidemment par le fait la proposition émanant de l'initiative du Prof. Friedländer. *Sic vos non vobis, etc.*, l'histoire n'est pas neuve. E. L.

Bibliographie.

MINTROP, LUDGER. — *Uber die Ausbreitung der von den Massendrucken einer Grossgasmaschine erzeugten Bodenschwingungen.* Inaugural Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde. [*Sur la propagation des vibrations du sol produites par les massifs d'une puissante machine à gaz.* Thèse soutenue pour l'obtention du grade de docteur.] Göttingen, 1911.

Nous venons peut-être un peu tard pour parler de ce mémoire; depuis lors

M. Mintrop s'est déjà affirmé dans d'autres domaines géophysiques; mais l'intérêt du sujet nous engage cependant à signaler ce beau et intéressant travail d'application des méthodes sismographiques — travail d'application pour lequel l'auteur a trouvé les appuis financiers nécessaires chez les autorités académiques de Göttingen. Il y a là un hommage à rendre à la science allemande; jamais en Belgique un élève en doctorat ne trouverait ces ressources dans une des universités de l'Etat. Les appareils d'enregistrement combinés et utilisés par M. L. Mintrop était d'un prix élevé et, sans leur aide, il n'eût pû exécuter ce beau travail. Nous ne pouvons aborder ici leur description; il nous suffira de dire que M. Mintrop avait combiné, pour pouvoir étudier les vibrations du sol dans l'aire d'ébranlement s'étendant à plusieurs kilomètres du centre de la ville de Göttingen, un petit pendule astatique Wiechert, à enregistrement photographique, dont la description a paru dans *Glückauf*, 1909, nos 11 et 12. Cet instrument donnait la composante horizontale du mouvement du sol et avait été étudié précédemment par M. Mintrop pour la station sismique créée par la caisse minière de Westphalie, station qui existe actuellement à Bochum et qui a pour but, en partie tout au moins, d'étudier le problème grisouto-sismique. On sait qu'ici, en Belgique, les relations hypothétiques grisouto-sismiques n'ont pas été confirmées par les études faites à Frameries.

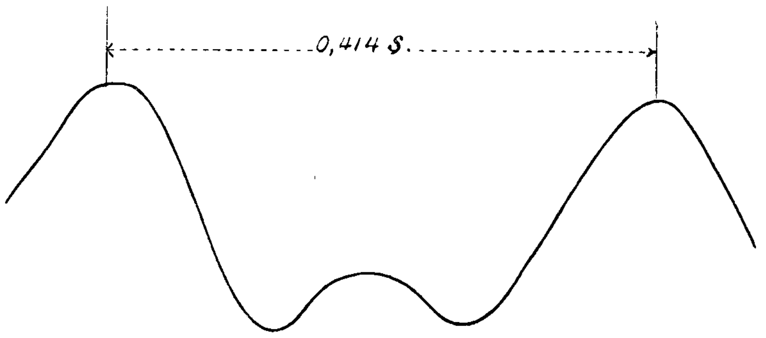


Fig. 17.

La station centrale qui assure l'éclairage de la ville de Göttingen se trouve située dans la vallée, contre la ligne du chemin de fer de Hanovre, qui limite en quelque sorte la ville vers l'ouest; au delà de la ville, vers l'est, le versant de la vallée s'élève de deux cents mètres environ au-dessus du Thalweg et forme la montagne du Hainberg, lieu de promenade favori des habitants de Göttingen.

Quatre moteurs à gaz de 100 à 400 chevaux de puissance peuvent être mis en action à l'usine; la direction commune des axes des bâtis, c'est-à-dire celle aussi des impulsions horizontales que les pièces mobiles impriment aux bâtis et ensuite au sol; traverse la ville dans toute sa largeur et est dirigée vers le Hainberg, à peu près perpendiculairement à la ligne du chemin de fer. Grâce à l'amabilité de la direction de l'usine, M. Mintrop a pu étudier spécialement l'action sismique produite par le plus puissant des moteurs (400 chevaux) fonctionnant seul, le soir, à marche bien constante; son enregistreur photographique a été installé successivement à différentes distances, dans la ville, la campagne et sur le Hainberg, entre 40 mètres et

3,800 mètres de l'usine. L'appareil agrandissait les mouvements réels du sol jusque 5,500 fois; la photographie multipliait encore les dimensions des sismogrammes par 4,8 fois, de sorte que finalement l'on obtenait des clichés de 26 000 diamètres. Le mémoire reproduit (page 18) l'un de ces clichées définitifs, correspondant à une observation faite dans la ville même, dans une cave de l'Institut de physique, à 400 mètres environ du moteur. Nous le reproduisons ici; on voit qu'il est d'une netteté qui permet l'analyse la plus précise. On remarque à première vue que la courbe périodique est la superposition de deux mouvements vibratoires, dont les périodes sont multiples; la plus longue est 0,414 seconde — c'est le temps écoulé entre deux maxima principaux, temps que la vitesse de déroulement du film permet d'évaluer aisément. Il est égal à la durée d'un tour du volant du moteur.

Cette courbe expérimentale étant obtenue, voyons l'usage qu'en a fait l'auteur. Nous rencontrons ici différents problèmes d'ordre purement mathématique, d'ordre sismique et d'ordre mécanique, qui donnent au mémoire beaucoup d'intérêt et qui en font une sorte de guide pour les problèmes du même genre que l'on pourrait avoir à étudier dans la pratique, et l'on en entrevoit beaucoup. Le premier est celui de la représentation analytique de la courbe qui doit conduire à la détermination des deux mouvements pendulaires superposés que l'œil distinguait du premier coup d'œil; nous avons affaire ici à une application simple des développements de Fourier, et M. Mintrop montre aisément que si φ est un angle variable proportionnel au temps, l'amplitude des ordonnées peut être représentée par la courbe

$$N(\varphi) = -9.5 + 18,3 \sin(\varphi + 126^o) + 11,2 \sin(2\varphi + 159^o)$$

ce qui veut dire que la courbe est la superposition de deux autres courbes périodiques de période T et $\frac{T}{2}$, avec un décalage entre les deux.

En second lieu, il faut maintenant remonter des ordonnées de ce diagramme aux déplacements effectifs du sol : ici intervient la recherche numérique de l'agrandissement dû à l'enregistreur lui-même, étude qui nécessite la détermination préalable des constantes de l'appareil, telles que T_0, L, E, J, d'où pour l'agrandissement suivant Wiechert (*Theorie der automatischen Seismographen*, Abh. der Königl. Ges. der Wiss. zu Göttingen, 1903.)

$$V = \frac{J}{L}$$

Dans le cas présent, on avait : $T_0 = 0{,}70$ s. $\pm$ 0,01; L = 0,112 $\pm$ 0,0035; E = 3,26 $\pm$ 0.10; J = 672 $\pm$ 21, d'où V = 5500 $\pm$ 4 %.

L'amplification ainsi calculée est celle que l'on aurait si la masse pendulaire restait absolument stationnaire, comme dans le cas d'oscillations du sol extrêmement rapides; s'il n'en est pas ainsi, il faut tenir compte, comme l'a montré Wiechert, des oscillations propres du pendule et du sol, ainsi que de l'amortissement. L'auteur obtient ainsi 272 $\mu\mu$ et 200 $\mu\mu$ pour les amplitudes maxima vraies du sol des deux mouvements vibratoires qui se superposent.

Enfin il restait à retrouver l'origine des deux mouvements vibratoires qui semblent se combiner pour donner le mouvemens du sol réellement observé. C'est l'objet d'un troisième problème, d'ordre purement mécanique que l'auteur a eu à résoudre et par lequel s'ouvre son mémoire. Les masses mobiles du moteur à gaz créent, en

effet, par leurs accélérations horizontales et verticales, les forces périodiques appliquées au massif des fondations, et il est tout indiqué de rechercher comment elles varient en fonction du temps, pour pouvoir ensuite comparer leur allure à celle des amplitudes vibratoires du sol. Ces forces accélératrices sont aisées à évaluer, connaissant les masses des pièces et les composantes verticales et horizontales de leurs accélérations; M. Mintrop montre que si les forces verticales ont une période proportionnelle au nombre de tours, pour les forces horizontales il y a en outre une période deux fois plus faible; ces deux périodes se superposent d'ailleurs exactement dans le temps et l'ensemble donne une courbe à plusieurs maxima. Il résulte de tout ceci que, si l'on fait abstraction des vibrations verticales, un point du sol à distance quelconque du moteur exécute des vibrations elliptiques. M. Mintrop a également recherché comment cette ellipse varie avec la situation du point d'observation par rapport à l'axe du moteur prolongé, etc., et a abordé également maintes questions accessoires, mais intéressantes; il faut savoir nous limiter; cette analyse déjà bien longue suffira pour montrer le vif intérêt qui s'attache à la thèse de M. Mintrop et nous ne regrettons qu'une chose, c'est que les circonstances nous aient conduit à ne pouvoir qu'aujourd'hui la présenter aux lecteurs de *Ciel et Terre*.

E. L.

L'Estate del 1912. Nota di F. Eredia e F. Castriota. — *Rivista meteorico agraria*, anno XXXIV, n° 3. — Cette étude très bien faite et très détaillée mérite d'arrêter l'attention du chercheur.

Après avoir relevé les observations thermométriques, la nébulosité et la hauteur d'eau tombée pour 59 stations italiennes et Genève, pendant les mois de juillet, d'août et de septembre 1912, les auteurs constatent un abaissement de la température, plus intense pour l'Italie supérieure; pour le mois de septembre, l'abaissement de température fut plus marqué (de 4 à 5°8 en-dessous de la normale).

La quantité d'eau tombée fut inférieure à la normale en juillet et août; en septembre, la pluie fut abondante en Sicile, presque triple de la normale, abondante mais en moindre quantité pour l'Italie méridionale dans l'Italie septentrionale à partir de la latitude de Rome, abondante sur les côtes de l'Adriatique, presque la normale dans la basse Venetie en Toscane et en haute Venetie, inférieure à la normale; c'est donc pendant les mois d'août et de septembre qne se constatent les plus grandes irrégularités pour la température et les autres éléments. L'examen sommaire des caractères fondamentaux de la distribution barométrique en Europe pendant ces mois fera connaître l'état général de l'atmosphère qui accompagnait ces irrégularités.

L'examen du bulletin météorologique publié journellement par l'Office central montre dès les premiers jours d'août une pression barométrique basse sur toute l'Europe. Les jours suivants, pressions élevées sur l'Europe occidentale avec des dépressions sur les Iles Britanniques. Vers la fin de la première décade un anticyclone se place dans la région occidentale au-dessus de la Norwège jusqu'à la fin du mois, époque à laquelle les hautes pressions occupent toute l'Europe.

La disposition barométrique d'août est favorable à une majeure fréquence des vents qui pour arriver dans notre pays (Italie) doivent traverser la mer plus froide que la terre ferme qui amènent un abaissement de température.

Pendant le mois de septembre, distribution barométrique toute opposée en ce

sens que les hautes pressions sont au centre de l'Europe avec basses pressions en Scandinavie et en Islande.

La disposition de septembre, favorise la prédominance des vents d'Ouest et du Nord pendant les premiers jours du mois et ensuite du Nord et de l'Est.

Ces vents qui proviennent des régions septentrionales amènent des températures basses et des pluies abondantes dans les régions du sud puisqu'ils arrivent enrichis de vapeur d'eau ; dans les régions du nord, ils viennent presque secs.

J. GALLI. — *L'inverno tardivo del 1912.*

M. le professeur Ignazio Galli a fait paraître dans *Memorie della Pontificia Academia Romana dei nuovi Lincei*, vol. XXX, un travail très documenté intitulé : *L'inverno tardivo del 1912 e le irregolarita delle stagioni ne secoli scorci.* (« L'hiver tardif de 1912 et les irrégularités des saisons pendant les siècles précédents ».)

L'auteur du travail fait le relevé des températures des trois décades des mois de novembre, décembre 1911, de janvier, de février et de mars 1912, pour de nombreuses stations italiennes; il constate que du commencement de novembre 1911 à la fin mars 1912, la température atmosphérique s'est maintenue en Italie un peu au-dessus de la normale avec une exception partielle dans la seconde décade de janvier et dans l'Italie septentrionale pour la première décade de février.

Tout le mois d'avril 1912, spécialement la seconde décade, fut plus froid que la normale. La sensation de froid fut aggravée par le contraste avec les mois précédents, par la chute de neige et par les bourrasques, ce qui fit penser qu'on entrait en hiver.

On doit noter dans les stations basses ou peu élevées une température toujours supérieure à la normale pendant cinq mois de suite (décembre à mars).

Ce phénomène fut constaté également pour la France, mais avril fut moins froid qu'en Italie.

L'auteur s'est servi pour cette étude qui forme la première partie du mémoire, des documents fournis par le *Bulletin météorologie journalier*, de la *Revue de météorologie agricole de l'Office central de météorologie et de géodynamique* et autres documents de l'Office central dans lesquels il trouva les valeurs thermométriques de 120 observateurs italiens ainsi que les observations de Rome.

Les extravagances du dernier hiver et du printemps sont-elles excessives ? D'autres hivers furent beaucoup plus chauds ou longuement froids ainsi que d'autres printemps, parfois la période estivale fut fraîche et l'automnale semblable à un été ou à hiver. C'est ce qui résulte des constatations de l'abbé G. Toaldo et de F. Arago. L'auteur également a trouvé de telles irrégularités peu connues ou inédites dans les temps anciens.

Afin de prouver jusqu'à quel point peut être altéré le caractère principal des saisons, l'auteur résume ses recherches dans ce mémoire.

Il ne parle que de celles faites jusqu'au XVIIIe siècle et il choisit seulement celles dont on connait bien les limites chronologiques.

« Si pour quelques-uns des siècles du moyen âge, les nouvelles sont vraiment peu nombreuses, je crois, dit-il, que cela ne dépend pas du manque réel d'extraordinaires perturbations météorologiques, mais plutôt de la destruction de beaucoup de chroniques et du manque d'opportunité et de temps pour consulter les codes sauvés dans les archives publiques et privées.

Les recherches de l'auteur ont porté du VIe au XVIIIe siècle; il a trouvé pour 158 années 189 perturbations de la température.

Ces perturbations sont condensées dans le tableau suivant :

Hivers prolongés au printemps	51	Printemps et étés froids	4
Hivers chauds	31	Hivers-printemps-étés très variables	3
Printemps froids	14	Etés et automnes très chauds	2
Hivers anticipés en automne	12	Automnes et hivers chauds	2
Hivers doux et printemps froids	12	Printemps chauds avec étés froids	2
Hivers et printemps chauds	11	Hivers chauds, puis très froids	2
Automnes froids	11	Automne chaud et puis très froid	1
Printemps assez chauds	8	Automne froid et puis hiver chaud	1
Etés avec froid	8	Hiver froid et puis chaud	1
Automnes très chauds	5	Printemps chaud et puis froid	1
Automnes chauds	5	Six saisons consécutives très chaudes	1

Il résulte que la plus grande fréquence se trouve donc dans le froid hivernal continué dans le printemps et quelquefois jusqu'au commencement de l'été. Après viennent les hivers chauds qui plusieurs fois furent suivis des printemps plus chauds que l'ordinaire et quelquefois commencèrent des automnes très chauds et ravivant souvent dans les plantes herbacées et dans les arbres la vigueur d'une nouvelle et complète végétation. Les printemps froids isolés, ou bien précédés d'un hiver chaud ne furent pas rares. Ces périodes donnent un total de 150, soit environ les 7/9 des 189 perturbations constatées.

On en déduit que les altérations se produisent pour la plupart de la moitié de l'automne à la fin du printemps.

En parcourant la liste, on peut voir plusieurs fois la même altération dans la même période pendant plusieure années, ensuite l'allure régulière des saisons se rétablit toujours. P. P.

Cave, *The structure of the Atmosphere in clear Weather*, Cambridge, 1912. [*La structure de l'atmosphère par temps clair.*]

L'étude de la succession des vents à mesure qu'on s'élève au-dessus du sol est évidemment une des plus importantes de la météorologie et cependant ce n'est que depuis quelques années qu'elle est poursuivie d'une manière systématique, à l'aide des ballons sondes et des ballons pilotes — et conformément à des conventions internationales — par un nombre, encore très restreint d'ailleurs, d'observatoires météorologiques et seulement un petit nombre de jours pendant l'année. Le développement de l'aviation appelle déjà l'attention sur ces études autant au point de vue purement scientifique qu'à celui de leur utilisation, et il est heureux que des savants comme M. C.-J.-P. Cave entreprennent de leur côté, en payant de leur personne, des recherches de ce genre Le présent ouvrage est consacré à l'exposé de l'organisation et des résultats de très nombreux lancers (200) de ballons pilotes et sondes pendant les années 1907 à 1910, effectués pour la plupart dans la propriété de l'auteur, Ditcham Park, à Petersfield (Hampshire), et ayant pour but d'étudier spécialement les conditions anémométriques des couches les plus inférieures de l'atmosphère et de les mettre en relation avec la distribution voisine des zones de haute et de basse pression. Comme le dit M. Cave dans l'introduction qui précède son beau mémoire,

c'est sous l'impulsion du Dr Shaw, directeur du service météorologique, que ces recherches ont été entreprises; leur but immédiat étant la détermination de la grandeur et de la direction du vent dans les couches atmosphériques les plus rapprochées du sol, l'emploi de ballonnets de faible force ascensionnelle, très légers et que les vents doivent entraîner à fort peu près avec leur vitesse propre, était tout indiqué — leur observation étant faite soit à l'aide d'une base et de deux théodolites, soit à l'aide d'un seul; un grand nombre de ces lancers ont eu lieu par de belles soirées et les distances horizontalement parcourues par les balonnets ont toujours été suffisamment faibles pour qu'on pût supposer que les résultats obtenus s'appliquaient à des points situés sur la verticale de l'observateur.

L'auteur est parvenu à classer en quelque sorte les variations observées en un certain nombre de types caractéristiques et à les mettre en rapport plus ou moins net avec des types correspondants de distribution des aires de basse et de haute pression. Nous signalerons avec intérêt ici le type (b) qui comprend 50 cas, le quart de ceux observés; le vent ouest ou nord, dans ce cas, va en croissant d'intensité à partir du sol, en conservant à peu près sa direction; s'il est ouest, un centre cyclonique passé se dirigeant vers l'est, au nord des Iles Britanniques; s'il est nord, la dépression est sur l'Irlande et la haute pression au sud-ouest; ce type (b) semble être la distribution la plus commune des vents en hauteur. L'auteur a reconnu en corrélation avec ceci que des vents supérieurs ouest ou nord-ouest sont très caractéristiques de l'approche des dépressions venant du nord-ouest et se demande s'il n'y a pas là une confirmation des vues de G. Guilbert relatives aux vents cycloniques divergents inférieurs qui ne seraient que la conséquence de la descente partielle de ces vents supérieurs? Des travaux semblables à ceux de M. Cave doivent contribuer, avec fruit, on le comprend aisément, à la solution du problème complet du déplacement des aires cycloniques auquel Guilbert a, avec tant de succès, ouvert les voies. Trois ou quatre stations semblables à la station temporaire de Ditcham, réparties sur l'ensemble du Royaume-Uni et un nombre égal en France et en Espagne rendraient, au bout de peu de temps, à la science météorologique et spécialement à la dynamique du déplacement des aires cycloniques et autres, les plus signalés services; probablement mettraient-elles bien vite en évidence, notamment, la réalité ou l'erreur de ce phénomène annoncé par Guilbert que l'observation des vents de surface seuls est capable de nous renvoyer en grande partie sur la marche générale des déplacements — assertion qu'avec des *a priori* assez séduisants, on a souvent vivement combattue.

Ces dernières considérations montrent le vif intérêt du présent mémoire de M. Cave que nous signalons au lecteur même simple amateur météorologiste, car il est écrit de manière à être accessible à tous ceux qui ne possèdent même que des connaissances générales sur les grands phénomènes dynamiques de l'atmosphère.

Nous n'avons rien précisé des méthodes d'observation; mais elles ont reçu la complète approbation de M. Shaw, ce qui nous dispense d'insister sur ce point.

E. L.

FERDINAND VERBIEST
Astronome et Mandarin

LE P. VERBIEST ET L'ASTRONOMIE SINO-EUROPÉENNE.

Au moment où va se célébrer à Pitthem, le 10 août prochain, la glorification du P. Verbiest, savant jésuite et missionnaire, dont la laborieuse carrière consacrée à la Chine au XVIIe siècle y a définitivement affermi le développement de l'évolution scientifique par une réorganisation avisée des services de l'Observatoire et la publication des éphémérides astronomiques calculées d'après la méthode européenne, il nous paraît que *La Société belge d'Astronomie* se doit de prendre part à la manifestation en consacrant à la mémoire de l'éminent propagateur flandrin quelques pages choisies parmi les plus caractéristiques, pour le cadre de notre revue, des très intéressants documents qui ont déjà été publiés (1).

* * *

Vocation.— Né le 9 octobre 1623, à Pitthem, village simpliste se ressentant favorablement du voisinage prépondérant de l'archaïque cité de Thielt qui s'affirme en art par quelques jolis effets de gothique pur, Ferdinand Verbiest commença ses études latines chez les Jésuites, à Bruges, pour les continuer à Courtrai et ensuite à Louvain par l'étude de la philosophie et des mathématiques que lui enseigna le P. Tacquet. Il avait dans l'intervalle été reçu novice à Malines et, poussé par la vocation, tenté de s'engager dans les missions espagnoles de l'Amérique, puis était revenu professer au Collège de Bruxelles (1647). Cinq ans après, il faisait sa théologie à Rome et terminait ses études à Séville où il passa ses thèses en 1655.

(1) *Notice biographique sur le Père F. Verbiest*, par l'abbé C. Carton; Bruges, Vandecasteele-Werbrouck, 1839. — « Un mandarin belge, Ferdinand Verbiest », missionnaire et astronome, par le R. P. Alb. Gueluy, missionnaire de Scheut; Extrait du *Bulletin de la Société belge d'Études coloniales*, n° 11 de décembre 1911. — « Flandre et Chine au XVIIe siècle, Ferdinand Verbiest », par le baron de Borchgrave; Extrait de la *Revue générale*, décembre 1911. — « Ferdinand Verbiest, directeur de l'Observatoire de Péking (1623-1688) », par H. Bosmans, S. J.; Extrait de la *Revue des questions scientifiques*, janvier-avril 1912. — Du même auteur : *Les lettres annuelles de la vice-province de la Compagnie de Jésus en Chine*, 1669, par Adrien Grelon; Bruges, Impr. L. De Plancke, 1912. — *Société d'Émulation de Bruges*, Mélanges, VII, « Ferdinand Verbiest, écrivain chinois », par Louis Van Hee, S. J.

Sa vocation persistant et l'occasion de partir s'étant offerte pour la Chine, Verbiest fut choisi parmi de nombreux candidats grâce à ses aptitudes plus spécialement scientifiques.

* * *

Débuts en Chine.— Les débuts de son apostolat, en 1660, furent plutôt pénibles. Bien qu'ayant été reçu à Péking, par ordre de l'empereur Xun-Chi, avec des honneurs de haute marque, la sourde rivalité des adeptes traditionnalistes de l'astronomie chinoise, qui n'était tenue en respect que par la faveur dont l'astronomie européenne jouissait auprès de l'Empereur depuis plus de vingt ans, se déchaîna quelque temps après la mort de ce monarque (6 février 1661), et ce fut le musulman Yangquang-Sien, successeur de l'éminent jésuite Schall en qualité de président du Tribunal des mathématiques et de directeur de l'Observatoire, qui, ayant pris l'initiative et la tête du mouvement, doit être considéré comme l'*adversaire* qui devait entraver, autant qu'il le pouvait, la mission scientifico-évangéliste à laquelle s'était voué le P. Verbiest.

Il peut paraître étrange qu'un imposteur, car tel se révèle ce Yangquang-Sien, ait pu occuper les plus hautes fonctions scientifiques chinoises — directeur de l'Observatoire et président du Tribunal des mathématiques — en succédant au P. Schall dont la science astronomique était reconnue et publiquement consacrée par l'exactitude des publications de l'Observatoire, alors que le P. Verbiest, choisi par lui, était tout désigné pour lui succéder ?

Il avait suffi, pour amener ce résultat rétrograde autant qu'inattendu, de la disparition prématurée d'un chef d'Etat à l'esprit ouvert et généreux, qui mourut à vingt-quatre ans, et auquel succéda son second fils, Kang-Hi, deuxième de la dynastie des Tsing, âgé de huit ans. Sous la tutelle de quatre régents antichrétiens, les nobles instincts de ce prince, qui devait être un grand empereur, furent à ce point comprimés que l'ère des persécutions s'ouvrit contre les missionnaires et que le sang chrétien souilla les premières années de ce nouveau règne.

Mais les lois de l'évolution scientifique sont là qui veulent que le règne de l'erreur, en toutes choses, ne soit que passager et que fatalement les vraies méthodes s'imposent par l'exactitude des résultats qu'elles donnent. C'est ce qui ne manqua pas d'arriver en se réali-

sant progressivement à mesure que le jeune souverain avançait en âge : alors que, le 12 novembre 1664, Verbiest était mis en prison, chargé de chaînes, avec le P. Schall, son chef, plus particulièrement visé, deux mois après il était rappelé à la Cour; mais il refusa sa libération tant que son vénérable maître et ami, le P. Schall, resta maintenu prisonnier. Au cours de cette détention qui dura plusieurs mois les prisonniers, extraits de leur cachot, furent plusieurs fois passés en jugement devant le tribunal des rites; et malgré l'attitude héroïque du P. Verbiest, pérorant sous le faix de ses chaînes pour présenter la défense de son compagnon de peine plutôt que la sienne propre, les prisonniers furent finalement condamnés par le tribunal criminel, le 15 avril 1665, au supplice, le plus cruel et considéré comme le plus infamant, qui consiste à découper vif le corps en multiples morceaux, en commençant par les extrémités et cautérisant à mesure par la chaux vive et le fer rougi.

Heureusement et fort à propos survint le lendemain, 16 avril, un tremblement de terre qui bouleversa Peking et consterna la population. Ce cataclysme provoqua, d'après la coutume des Chinois, l'élargissement immédiat de tous les prisonniers nationaux, mais on retint néanmoins les jésuites en prison.

Cependant, le tremblement de terre s'étant renouvelé avec plus encore d'intensité que précédemment, les Pères furent enfin relâchés et exilés à Canton, sauf trois, dont le P. Verbiest, qui furent relégués comme prisonniers dans leur maison et leur temple à Péking et y restèrent pendant quatre ans.

C'est sur ces entrefaites que le principal instigateur de cette persécution, Yangquang-Sien, avait accaparé la succession du P. Schall en qualité de président du Tribunal des mathématiques; afin de consolider sa situation rendue précaire par l'âge et les infirmités et de satisfaire aux exigences de sa charge il avait édité, avec l'aide d'un mahométan nommé Uming-Huen qui passait pour un érudit en astronomie arabe, un calendrier pour 1669, huitième année du règne de l'empereur Kang Hi, dans lequel plusieurs anomalies manifestes avaient attiré l'attention de certains hauts dignitaires chinois et tartares et suscité des doutes sur son exactitude dans un monde pourtant soumis traditionnellement, de par son ignorance, au joug d'une confiance aveugle dans la publication officielle des éphémérides astronomiques.

*
* *

Le calendrier chinois. — La publication du calendrier est, en Chine, une affaire capitale qui se fait avec la plus grande solennité; l'Empereur en distribue lui-même les premiers exemplaires à toute sa cour et les princes du sang, ainsi que les ministres, le reçoivent à genoux. Et tant est grande la popularité du calendrier qu'il ne se trouve peut-être pas une seule famille parmi tant de millions d'hommes qui n'en achète chaque année l'exemplaire nouveau.

Comme exemples des contradictions commises dans cette publication par les deux maladroits comparses qui ravalaient ainsi la haute réputation acquise à l'Observatoire, du temps du P. Schall, nous citerons seulement ces deux traits :

1° Les équinoxes tombaient à des dates où la longueur du jour différait notablement de celle de la nuit;

2° L'année chinoise, qui est luni-solaire, se compose de douze lunaisons entières, sans fraction, le surplus du temps étant compensé périodiquement par l'intercalation d'une treizième lunaison, soit une année de treize mois. Yangquang-Sien s'embrouilla dans cette correction d'ailleurs assez délicate en attribuant à 1669 le mois intercalaire qui ne devait, en réalité, échoir qu'en 1670. Cette dernière erreur surtout avait de l'importance, parce que la publication ne pouvait en être rapportée sans produire une énorme perturbation dans l'ordre des affaires traitées à échéance.

Ce fut pour le P. Verbiest l'occasion de rentrer en scène et de reconquérir progressivement le terrain perdu.

L'Empereur, justement alarmé et perplexe au sujet des décisions qu'il allait devoir prendre, fit mander Verbiest auprès de lui et lui soumit la cause de son embarras en lui demandant s'il ne pouvait lui fournir un moyen de preuve de la concordance ou de la discordance du calendrier avec le ciel.

Verbiest répondit avec beaucoup d'à-propos que les moyens de vérification ne manquaient pas, les instruments de l'observatoire ayant précisément pour but de préciser de manière indiscutable la position des astres observés dans des conditions données.

Mais pour que l'expérience fut particulièrement frappante et accessible simultanément à tous ceux qui devaient y assister, très ingénieusement Verbiest proposa de la faire porter sur la détermination calculée de la longueur de l'ombre que projetterait, à l'instant fixé, un gnomon ou style vertical déterminé, sur un plan horizontal exposé au Soleil.

De l'exactitude du calcul préalable de cette longueur d'ombre pourra se conclure aisément la hauteur du Soleil et par là quelle est sa position dans le zodiaque. Une simple comparaison avec le calendrier établira conséquemment la valeur de son exactitude.

Cette proposition ayant été agréée par Kang Hi et par les principaux mandarins de son entourage on posa le problème aux deux détracteurs de la mathématique européenne, Yangquang-Sien et Uming-Huen, en leur demandant s'ils savaient le résoudre et s'ils acceptaient le concours dans les conditions de vérification rigoureuse que comportaient la méthode et les règles de l'astronomie européenne.

Comme il fallait s'y attendre, l'*Adversaire* commença par approuver le choix de l'épreuve qu'il prétendit bien connaître et admettre comme étant péremptoire, et déclara pouvoir aisément l'affronter. Mais il se retrancha aussitôt derrière son exécration du christianisme et de ses apôtres pour refuser de subir leur loi, tâchant ainsi de donner le change sur la vraie portée exclusivement scientifique de la question posée.

Cette incartade, qui marque le début de sa disgrâce, lui réussit cependant en le faisant mettre momentanément hors cause. Kang Hi s'en étant éloigné avec mépris n'abandonna pas la proposition Verbiest et, dès le lendemain, jour de la Saint-Jean, il convoquait le Père au palais pour s'y entendre avec une délégation des plus hauts dignitaires de la cour comprenant les deux présidents, tartare et chinois, de son Tribunal suprême.

L'ordre de l'Empereur était de se rendre à la tour de l'observatoire et d'opérer avec le gnomon qui s'y trouvait. On communiqua également cet ordre aux deux réfractaires, Yangquang-Sien et Uming-Huen, leur demandant s'ils étaient décidés à tenter l'épreuve. Le premier, hésitant, n'osa se prononcer; Uming-Huen fut plus catégorique : il déclara alors nettement qu'il ne savait pas calculer la longueur que devait avoir l'ombre du gnomon.

Les mandarins, indignés, en référèrent à l'Empereur, estimant, d'après ces aveux de l'incapacité notoire des deux musulmans, qu'il déciderait peut-être ne pas avoir lieu de recourir à cette expérience.

Il n'en fut rien cependant, grâce sans doute à la pressante curiosité de l'observateur fin et attentif qui s'affirmait de plus en plus chez Kang Hi, le programme fut maintenu et le P. Verbiest chargé de poursuivre l'expérience et de résoudre le problème avec les données qui lui seraient imposées.

* * *

L'expérience des gnomons. — On se rendit à cette fin sur la tour de l'Observatoire où se trouvait une *machine* qui semblait faite à dessein pour l'expérience projetée (de fait, on l'employait jadis à la mesure de l'ombre méridienne). Elle consistait en une table rectangulaire d'airain, divisée en 17 pieds de 10 pouces et dixièmes (1) (fig. 18), supportant une colonne verticale ou pilier carré de même métal de 8 pieds 3 pouces de hauteur et reposant sur un banc de marbre de 4 pieds de hauteur.

Le nivellement de l'ensemble s'opérait au moyen d'un petit canal périphérique creusé dans l'épaisseur du métal de la table et que l'on remplissait d'eau.

La longueur imposée du style étant de 8 pieds 4 pouces 9 dixièmes, Verbiest surmonta le pilier d'une planchette qu'il y fixa de manière à ce que l'arête supérieure fut bien parallèle aux divisions de la table graduée, sa projection horizontale déterminant sur celle-ci une ligne qu'il eut soin de tracer exactement. Effectuant alors ses calculs, il trouva que la longueur de l'ombre méridienne se réduirait à 16 pieds 6 pouces 65 centièmes et il l'indiqua par un trait sur la table de projection.

Au grand étonnement d'une assistance aussi nombreuse que choisie, mais plus portée à la critique qu'à la confiance, le Soleil ne manqua pas de donner raison aux calculs de notre astronome en limitant exactement le champ de ses rayons à la ligne qu'il leur avait assignée.

L'admiration dès lors l'emporta : « Nous avons un grand maître », proclamèrent les spectateurs.

Ce beau succès, rapporté à l'Empereur, eut pour résultat de décider Kang Hi à répéter l'expérience le lendemain en en modifiant les données et l'emplacement choisi cette fois dans les corridors du palais.

On remit alors à Verbiest un style de 2 pieds 2 pouces qu'avec l'aide d'un charpentier il fit adapter en perpendiculaire à une table en bois divisée en pieds et pouces et munie de vis calantes, d'un niveau et d'un fil à plomb (fig. 19). Le calcul avait indiqué à l'opérateur une longueur d'ombre méridienne de 4 pieds 3.45 pouces, limite qu'il avait eu soin de tracer sur la table. Le résultat ne fut pas moins heureux que la première fois et plus impressionnant peut-être, du fait d'une certaine

(1) Le pied chinois, appelé *tché*, dixième partie du *tchang*, se divise en 10 *tsun* (pouces) = 100 *fén* = 1 000 *lî* = 10 000 *hao* = 100000 *su* = 1 000 000 *hoé* ; d'après Verbiest et Gaubil sa valeur métrique est 0m320.

observationes Astronomicae

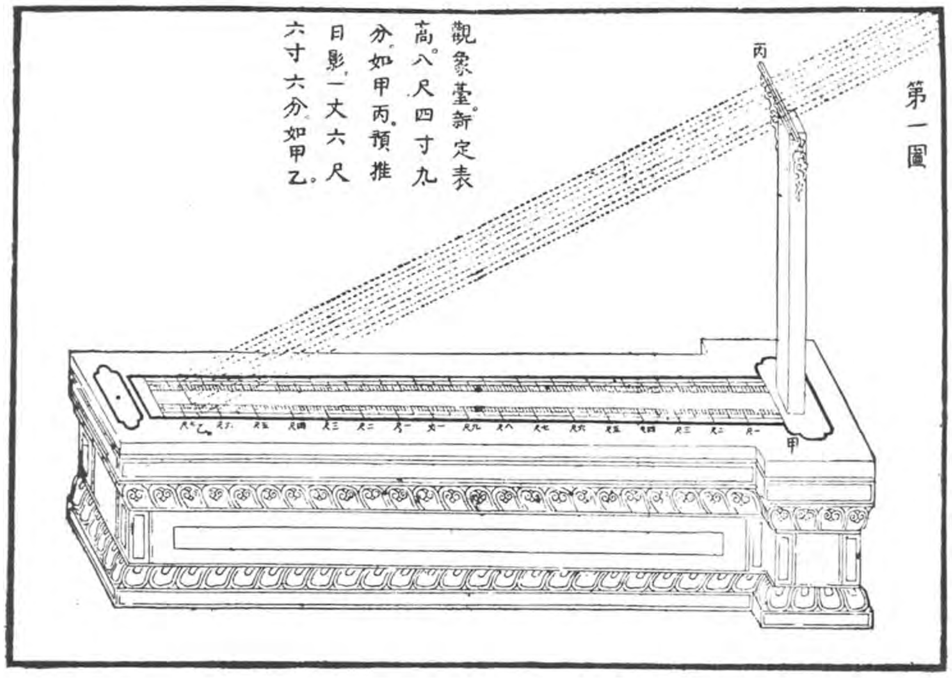


FIG. 18. — Compendium, Liber Observationum, figura 1.

Colonne d'airain de 8 pieds géométriques 3 pouces de haut; dressée sur une table de même métal, de 18 pieds de long, 2 pieds de large et 1 pouce d'épaisseur. L'appareil entier reposait sur une autre table de marbre de 4 pieds de haut. Tout autour une rainure d'un demi-pouce de creux et de large pouvait se remplir d'eau de manière à vérifier la parfaite horizontalité de la table. Au haut de la colonne une planche mobile à l'aide de laquelle Verbiest donna à la colonne une hauteur de 8 pieds 4,9 pouces, lors de la première expérience de la mesure de la longueur de l'ombre méridienne; et une hauteur de 8 pieds 5,5 pouces, lors de la troisième.

élévation de la table : l'ombre dont l'extension paraissait d'abord disproportionnée et se perdait au loin, ce qui réjouissait fort les amis Yangquang-Sien et Uming-Huen, se raccourcît subitement en abordant la table de projection où elle se limita bientôt sur le trait tracé par Verbiest. Cette fois, ce fut de l'enthousiasme : le triomphe de l'habile et savant astronome n'eut de comparable que la confusion de ses acharnés adversaires qui, d'ailleurs, s'avouèrent battus.

Par un excès de prudence l'Empereur, avant de se prononcer, ordonna une troisième épreuve pour laquelle on revint à la table d'airain de l'Observatoire, le style ayant cette fois 8 pieds 0.55 pouce. L'ombre devait alors avoir, d'après Verbiest, 15 pieds 8.3 pouces, et le succès du résultat lui fut définitivement acquis.

Il pouvait s'en estimer heureux à plus d'un titre.

Cette expérience de la détermination de l'ombre d'un gnomon, dans les dimensions imposées et à une époque, voisine du solstice d'hiver, où la hauteur méridienne du Soleil est relativement faible ne va pas sans faire courir certains risques à l'opérateur, si habile fût-il. La moindre erreur dans la perpendicularité du style sur le plan de projection, dans l'horizontalité de celui-ci et surtout dans l'évaluation précise de la hauteur du Soleil, évaluation qui nécessite la connaissance exacte de la latitude du lieu d'observation ainsi que celle de la longitude du Soleil à l'instant fixé sans parler de la correction délicate, mal connue à cette époque, provenant de la réfraction atmosphérique aux faibles hauteurs; multiples sont les causes d'erreur qui pouvaient compromettre la réussite de l'expérience ou tout au moins sa précision au point d'exclure toute contestation.

C'est ce qui fait dire à Delambre (1), en s'appuyant cependant sur des considérations qui semblent plutôt attribuables à une inexacte interprétation des conditions de l'expérience même, que « pendant ces expériences, Verbiest ne devait pas être tout à fait tranquille ». Ce que confirme l'heureux opérateur lorsqu'il avoue ingénument qu'il « avait tenté plusieurs fois en particulier des épreuves pareilles et que rarement, même avec des gnomons plus courts, l'ombre s'était si bien accordée avec le calcul. Il y avait presque toujours de l'erreur ».

Nous pourrons nous faire une idée plus complète de la délicatesse de ces expériences en considérant l'expression mathématique donnant la grandeur de l'ombre en fonction de celle du gnomon et des éléments

(1) *Histoire de l'astronomie du moyen âge*, p. 215.

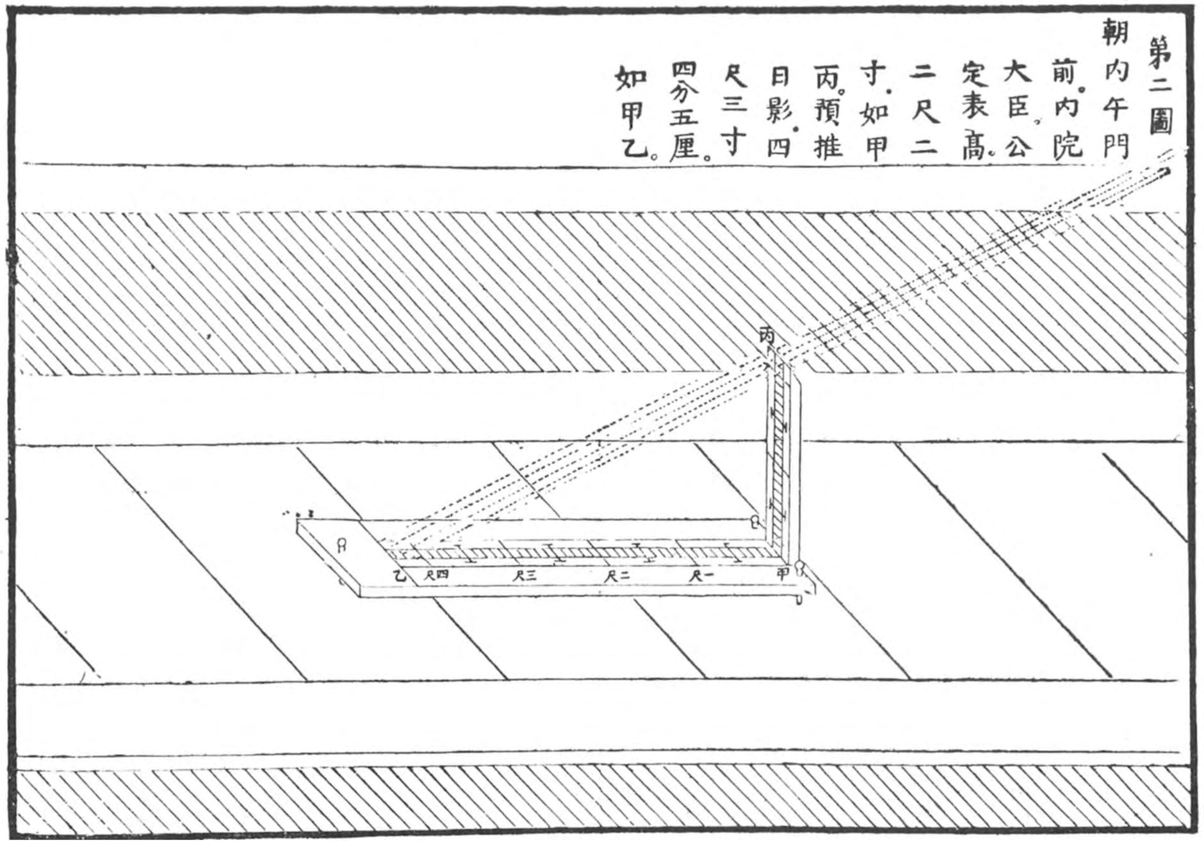


FIG. 19. — Compendium, Liber Observationum, figura 2.

Appareil en bois construit par le P. Gabriel de Magalhaens pour servir à la seconde expérience de la mesure de la longueur de l'ombre méridienne. Le gnomon avait 2 pieds 2 pouces. La table reposait sur trois vis calantes destinées à obtenir l'horizontalité.

astronomiques qui interviennent dans le phénomène. En représentant par G la grandeur du gnomon, la latitude du lieu par φ, la déclinaison du soleil par δ, son demi-diamètre par D, p étant la parallaxe de hauteur et r l'angle de la réfraction atmosphérique; l'expression de l'ombre sera :

$$G tg\,(\varphi - \delta - D - r + p).$$

Si nous admettons que chacune des quantités comprises dans la parenthèse soit affectée d'une petite erreur, la différence qui en résultera dans l'estimation de l'ombre sera :

$$\frac{G \sin d\,(\varphi - \delta - D - r + p)}{\cos^2(\varphi - \delta - D - r + p)}$$

Nous avons vu que dans la première de ses expériences Verbiest avait dû opérer avec un gnomon de 8 pieds 4 pouces 9 dixièmes et que la hauteur méridienne du Soleil à la date fixée donnait lieu à une longueur d'ombre sensiblement double de celle du gnomon.

Dans ces conditions l'angle résultant des données astronomiques du problème était voisin de 60° et son cosinus valait environ $^1/_2$. La valeur de la différence possible dans le résultat de l'estimation de l'ombre était donc

$$4 \times 8.49 \text{ pieds} \times \frac{\pi}{180^\circ} d\,(\varphi - \delta - D - r + p)$$
$$= 0.6 \text{ pied } d\,\frac{\varphi - \delta - D - r + p}{1^\circ}$$

Si l'erreur totale commise dans l'évaluation des cinq éléments astronomiques pouvait atteindre un dixième de degré, et cela ne paraît pas extraordinaire, il en résultait une erreur de *six dixièmes de pouce* dans la projection de l'ombre, soit *deux centimètres* environ.

Verbiest paraît donc avoir été particulièrement heureux dans ses expériences, surtout lors de la première et de la troisième épreuve pour lesquelles le gnomon imposé était double environ de celui qui fut adopté lors de la deuxième expérience.

***

Le quadrant, le sextant, les sphères armillaires. — Mais Verbiest devait l'emporter d'une manière plus radicale encore sur la question de la revision éventuelle du calendrier de 1669 afin d'en éliminer les erreurs accumulées par Yangquang-Sien et Uming-Huen.

Sans doute les précédents calendriers, établis par Yangquang-Sien d'une manière plutôt spéculative, manquaient totalemenr d'exactitude. Mais pour celui de 1669, le présomptueux président du Tribunal des mathématiques, déprimé par les suites d'une attaque d'apoplexie, avait dû s'en remettre davantage à la collaboration d'Uming-Huen; et celui-ci, éduqué plus spécialement en astronomie arabe, était peu familiarisé avec les règles de l'astronomie chinoise. L'intervention dans les formules de cette dernière science de la méthode arabe qu'il suivait devait aboutir à des discordances manifestes.

Verbiest les avait signalées à l'empereur en relevant seulement les cinq fautes les plus grossières et le mieux susceptibles d'être contrôlées par l'observation; en voici l'énumération :

L'entrée du Soleil au 15e degré du Verseau, moment qui détermine le commencement du printemps et entraîne celui de l'année chinoise en coïncidence avec la conjonction luni-solaire la plus rapprochée de ce 15e degré du Verseau; *l'entrée du Soleil dans les Poissons*, phénomène dont devait dépendre l'addition du 13e mois intercalaire, annoncée erronément dans le calendrier pour 1669; et finalement *la position de deux planètes, Mars et Jupiter, et celle de la lune aux instants prédits.*

Pour des raisons d'ordre politique et mû, d'autre part, par le désir fondamental chez lui, d'aider au triomphe de la vérité sur l'erreur, Kang-Hi organisa les épreuves décisives avec tout le prestige et l'éclat que justifiait l'importance excessive du sujet aux yeux des Chinois.

Les deux concurrents, Verbiest et Uming-Huen, reçurent l'ordre de régler préalablement leurs instruments d'observation sur la position que le Soleil devait occuper, d'après leurs calculs respectifs, le *17 février à midi*, commencement du printemps.

En ce qui concerne Verbiest, nous savons qu'il obtempéra immédiatement à cet ordre car il était prêt dix-huit jours avant la date fixée.

Il avait, dans le but d'être aussi démonstratif que possible, fait choix des deux instruments les mieux appropriés pour cet objet : un grand quadrant d'airain (fig. 20) qu'il orienta soigneusement dans le méridien, la règle dioptre étant fixée à la hauteur angulaire calculée; et un sextant de fer (fig. 21) de six pieds de rayon, qu'il établit également dans le méridien et dont il plaça la pinnule sur la division que lui assignait le calcul.

Les deux instruments ainsi réglés furent par lui revêtus de son sceau et laissés en l'état jusqu'au jour de l'expérience.

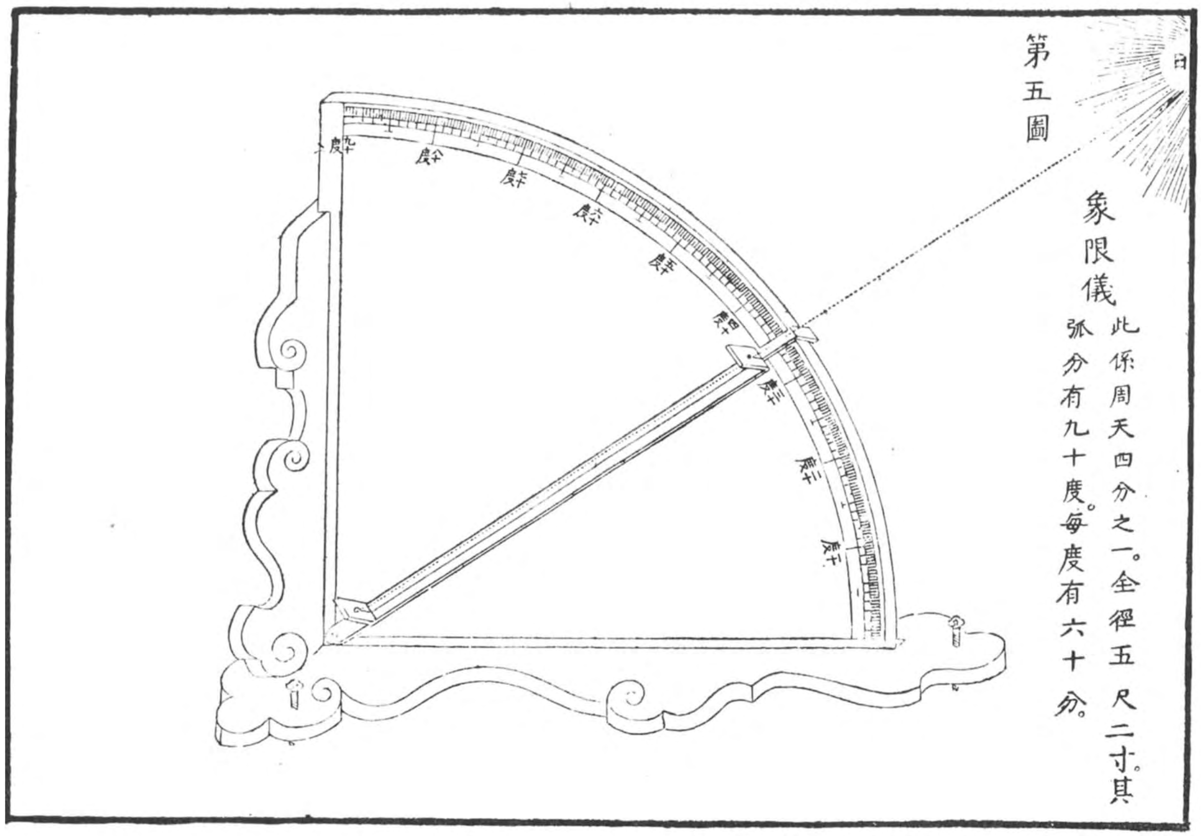


Fig. 20. — Compendium, Liber Observationum, figura 5ª.

Quadrant d'airain de 2 pieds 6 pouces, dont le limbe était divisé, à l'européenne, en degrés et minutes. La perpendicularité du plan de l'appareil s'obtenait par trois vis de réglage, dont deux sont visibles sur la figure. L'appareil est réglé pour l'expérience du 17 février 1669.

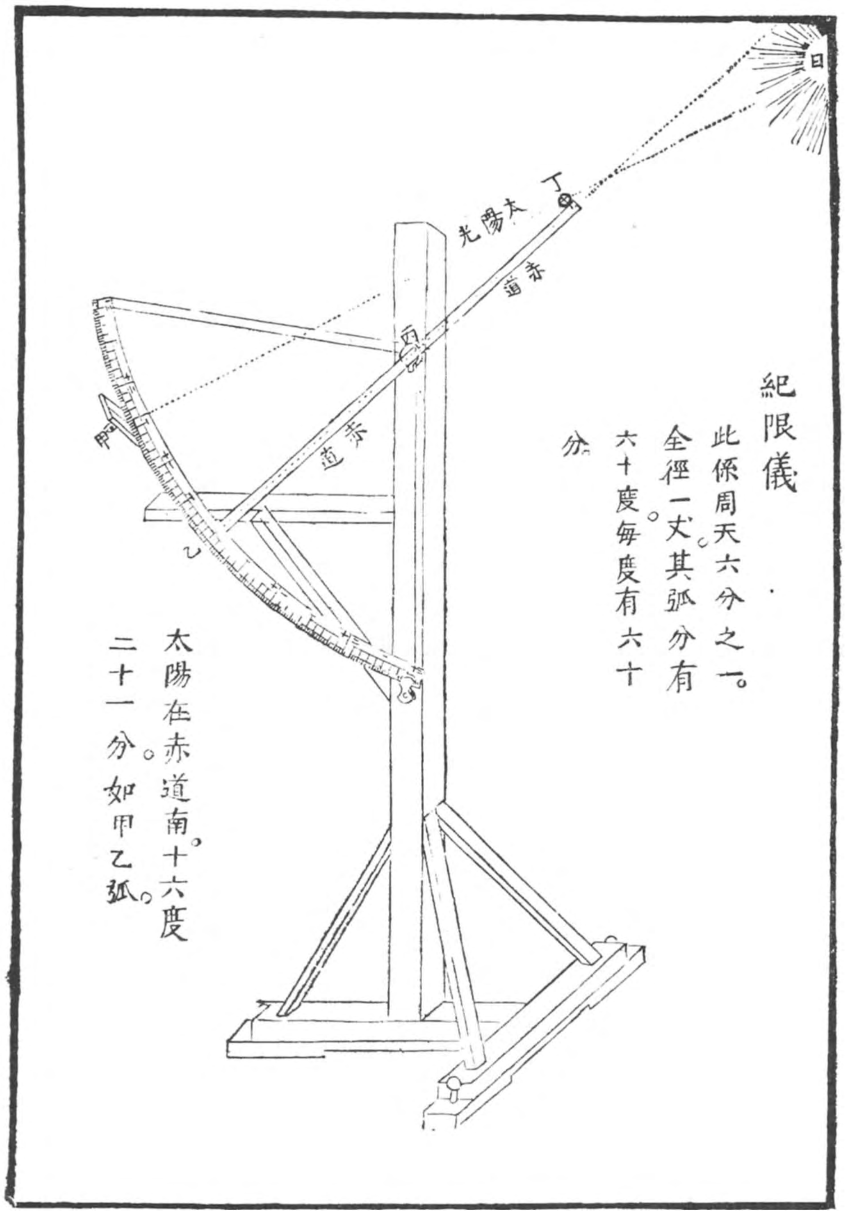


FIG. 21. — Compendium, Liber Observationum, figura 6ª.

Sextant de fer de 5 pieds de rayon, dont le limbe était gradué, à l'européenne, en degrés et minutes. Au centre de la circonférence de l'arc se trouve une pointe, dont l'ombre se projette sur la pinnule. Un érudit sinologne, le P. Van Hée, S. J , lit les inscriptions comme suit :

En haut, à droite : C'est le sixième de la circonférence. Le diamètre est de 1 tchang (perche chinoise, dont la valeur varie et vaut à peu près 3^m,58). L'arc du sextant est divisé en 60 degrés, Chaque degré est divisé en 60 minutes.

En bas, à gauche : Le soleil est au sud de l'Équateur, à 26°21', comme l'indique l'arc *ab* de la figure. (La lettre *a* est à côté de la pinnule, la lettre *b* à l'intersection du rayon central et du limbe.)

SUR LA FIGURE. *En haut* : Rayon du soleil. *En bas :* Équateur.

L'appareil est réglé pour l'expérience du 17 février 1669.

Le 17 février, à midi, la Commission d'élite qui avait reçu la mission d'en rapporter les résultats put constater que l'image du Soleil se superposait exactement dans les deux ouvertures opposées aux extrémités du dioptre, avec la même précision que se projetait l'ombre déliée de l'axe du sextant sur le degré du limbe marqué par la pinnule.

Ce joli succès se renouvela quinze jours après, dans les mêmes conditions, à l'occasion de l'entrée du Soleil dans le signe des Poissons. Cette fois la foule des intéressés anxieuse de connaître si oui ou non l'année 1669 aurait 13 mois en attendait avec impatience les résultats. Comme l'expérience confirma de tout point l'exactitude des calculs de Verbiest, le 13e mois annoncé par le maure Uming-Huen échéait donc à 1670 et le calendrier de 1669 était à réformer.

Restait, pour achever le programme et terminer le concours, l'épreuve portant sur la position de Mars, de Jupiter et de la Lune.

Elle se fit au moyen des sphères armillaires de l'Observatoire. Verbiest en avait au préalable réglé et scellé, par ordre, les cercles dans les positions qu'il avait calculées pour l'époque fixée. Il en résulta à l'évidence que le mahométan s'était là trompé *toto cœlo.* La concordance des opérations de Verbiest, au contraire, fut satisfaisante au point de l'étonner lui-même alors qu'il n'avait qu'une médiocre confiance dans les tables de Tycho-Brahé dont il se servait.

Il est vrai que la précision des observations ou constatations que l'on peut faire au moyen des armilles est bien inférieure à celle que donnent les quadrants, sextants ou gnomons.

La conclusion résultant de ces diverses épreuves ne permettant plus aucun doute sur l'inexactitude du calendrier, Kang-Hi convoqua le conseil de tous les grands de l'Etat qui se réunirent en une assemblée assez indécise au début mais dont la plupart des membres cependant se répartissaient en deux camps : les Chinois, demeurés partisans malgré tout de Yangquang-Sien et de la vieille astronomie nationale, et les Tartares qui voulaient que Verbiest devînt directeur de l'Observatoire.

La discussion qui s'ensuivit porta conséquemment sur la valeur comparative des règles, fondamentales ou conventionnelles, d'après lesquelles les observations s'opéraient dans les deux systèmes astronomiques, chinois ou européen.

C'est alors que surgit publiquement la controverse, historiquement importante pour la mémoire de Verbiest, au sujet de la division du jour et du quart de cercle.

***

La division du jour et du quart de cercle. — Comme l'indiquent les écrits mêmes de Verbiest, les Chinois avaient encore en usage à cette époque la division centésimale du jour qu'ils pratiquaient de temps immémorial. L'introduction de l'astronomie européenne, par les missionnaires de la Société de Jésus, basée sur la division sexagésimale, provoqua de la part des adversaires de Verbiest une opposition qui eût dû prévaloir si elle s'en fût tenue à défendre la cause de la division centésimale au moyen des justes arguments dont elle s'autorise.

Au lieu de cela le fanatique Yangquang-Sien, démonté par le dépit de ses insuccès publiquement répétés, ne trouva que cette apostrophe grotesque à laquelle il s'efforça de donner le caractère prophétique : « On vise à raccourcir le jour en ne lui donnant que 96 quarts d'heure au lieu de 100 » !

Cette objection stupide clôtura le débat par le ridicule qui en rejaillit sur la cause que croyait servir celui qui venait de l'émettre. Et c'est regrettable, car l'esprit si ouvert et bien avisé de Verbiest n'eût sans doute pas manqué, si l'occasion s'en était présentée, de saisir en y réfléchissant les avantages que comportait la généralisation du système de la division décimale.

Certains auteurs, et des meilleurs, n'ont pas hésité à donner nettement tort, sur ce point, à Verbiest en lui reprochant de n'avoir pas su profiter d'un état de choses, existant alors en Chine, en progrès incontestable sur la règle suivie en Europe quant à la division du jour et des cercles (1).

Il ne me paraît pas que la question soit aussi simple et qu'elle aurait pu à cette époque, mieux que maintenant, aboutir à la solution désirable d'une commune mesure décimale pour le jour et pour le quart de cercle.

Dans l'admirable ouvrage que demeure l'*Exposition du système du Monde*, éditions de 1829 et antérieures, Laplace adopte la division décimale de l'angle droit et du jour et publie, dès lors, les résultats de tous ses calculs ou évaluations exprimés d'après cette division. Comment se fait-il que malgré l'influence prépondérante à cette époque de ce grand géomètre en des matières où il s'était si hautement spécialisé ce bel exemple n'ait pas été suivi?

---

(1) Delambre, *Histoire de l'astronomie du moyen âge*, p. 216. — Henri Bosmans, S. J., *Documents relatifs à Ferdinand Verbiest*; Bruges, L. De Plancke, 1912, p. 32.—Louis Van Hee S. J., *Ferdinand Verbiest, écrivain chinois*, p. 47.

Je ne crois guère me tromper en estimant que cela provient de ce que l'auteur de la *Mécanique céleste*, qui fut le promoteur résolu de la réforme, l'a voulue d'emblée trop complète en associant la division décimale du jour à celle du quart de cercle.

Ce qui tend à le faire supposer, c'est que la division décimale de l'angle droit ne s'est établie, en fait, que lentement et en passant par des modalités transitoires, telle la division centésimale du degré sexagésimal proposée par Porrô et approuvée par Schiapparelli, alors que les tables de Borda existaient depuis 1792. Ce n'est, semble-t-il, qu'avec difficulté que la séparation a fini par s'opérer complètement de nos jours où la division en grades est d'application régulière, la division sexagésimale persistant cependant. Mais aucune des transformations survenues dans la division de l'angle n'a touché celle du temps.

Ces transformations ont d'ailleurs marqué des étapes peu commodes pour le calculateur. Ainsi, d'après Houzeau (1) : « Le nombre de 360 degrés que les Grecs assignaient à la circonférence du cercle avait été pris manifestement d'une durée approchée de l'année; mais on n'en trouve pas de signe avant Hipparque. Antérieurement on se servait des fractions vulgaires de la circonférence dont tel arc donné était, par exemple, 1/3, 1/4 ou 1/20. Il est remarquable que les Chinois avaient divisé le cercle d'une manière analogue, peut-être plus logique, mais moins commode, en 365 1/4 degrés. Cette division se trouve dans le *Tcheou-pey* (un peu antérieur à l'origine de notre ère) à peu près de l'époque d'Hipparque. On ne l'a pas modifiée lorsqu'on a su que l'année était moindre que 365 1/4 jours. Mais elle a été remplacée par la nôtre en 360°, à l'introduction de l'astronomie européenne par les missionnaires de la Société de Jésus (milieu du XVIIe siècle). »

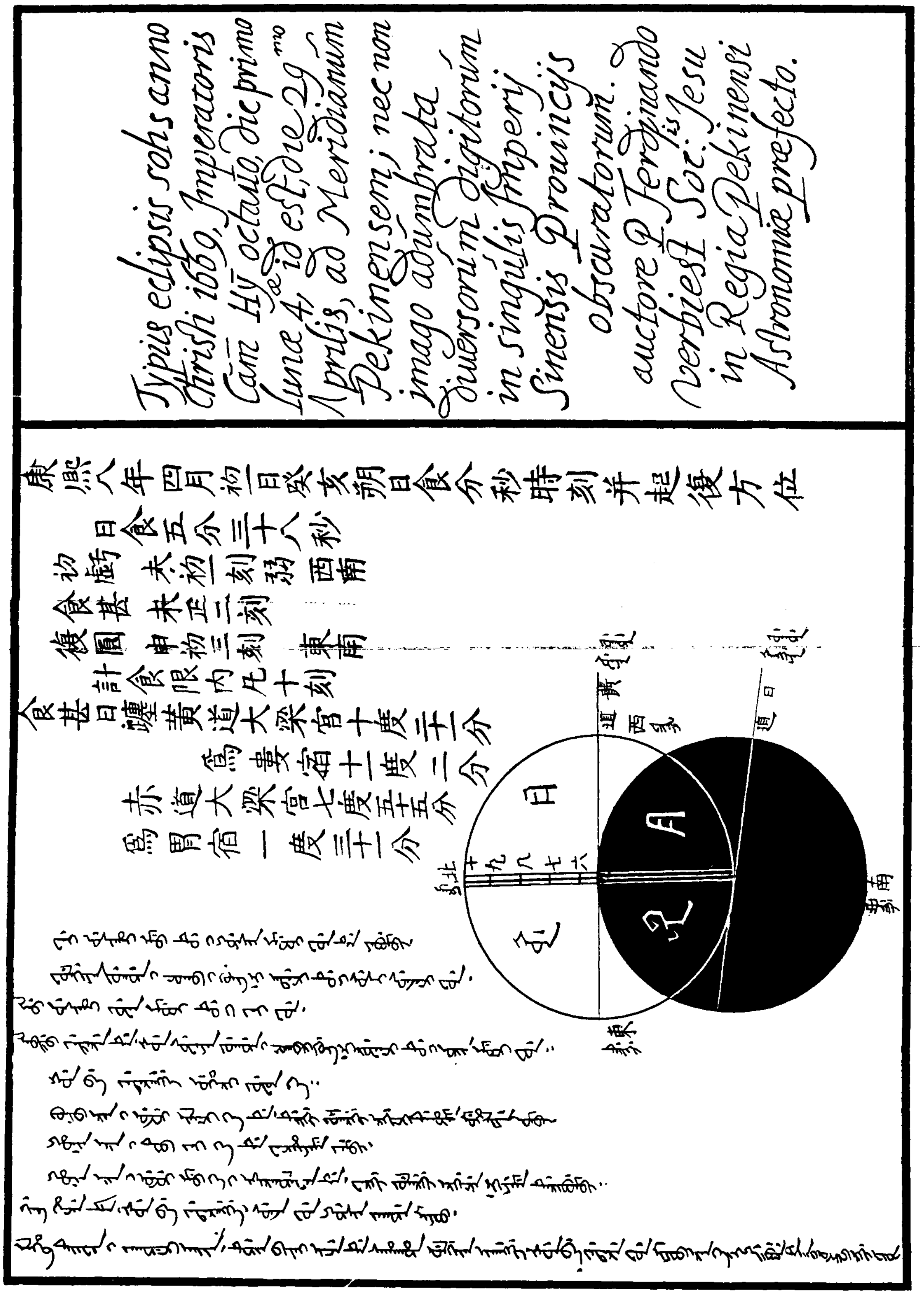
Ce dernier passage est confirmé par les écrits chinois de Verbiest (2) qui attribue, pour une part, les erreurs commises par Uming-Huen à ce fait qu'il employait un instrument de 365 degrés pour mesurer le ciel qu'il divisait en 360 degrés !

D'autre part, sait-on en quoi consiste la division centésimale du jour chez les Chinois? Voici : l'*unité* est le centième de la durée du *jour*, soit de nos 24 heures, et est dénommée *quart*. Il semblerait qu'il doit alors y avoir 25 heures?

---

(1) *Bibliographie générale de l'astronomie*, HOUZEAU et LANCASTER, t. Ier, p. 171.

(2) *Ferdinand Verbiest, écrivain chinois*, par LOUIS VAN HEE, S. J., p. 52 (déjà cité).


Typus eclipsis solis anno Christi 1669, Imperatoris Cam Hý octavo, die primo Lunae 4.ae id est, die 29.no Aprilis, ad Meridianum Pekinensem; nec non imago adumbrata diversorum digitorum in singulis Imperij Sinensis Provincijs obscuratorum. auctore P. Ferdinando Verbiest Soc.tis Jesu in Regia Pekinensi Astronomiae praefecto.

康熙八年四月初一日癸亥朔日食分秒時刻并起復方位

L'Eclipse de Soleil du 29 avril 1669, à Peking.

Point, les 100 quarts se répartissent en 8 heures de 8 quarts et 4 heures de 9 quarts; c'est quelque peu boîteux et j'incline à croire que le P. Verbiest a bien fait de ne pas adopter cette bizarre répartion du temps et que nous devrions plutôt même lui avoir de la reconnaissance, à l'idée que ce *progrès* eût pu nous atteindre!

Notre échelle circulaire de la division duodécimale du temps, lorsqu'on y réfléchit dans le but désirable d'en transformer la mesure d'après les règles plus simples du calcul décimal, tout en ayant le souci des influences que la réforme peut avoir sur nos habitudes journalières, semble devoir conserver les avantages de la symétrie naturelle que lui valent les diviseurs 3 et 4 qui manquent à l'échelle décimale.

Prenons un exemple et considérons la division en quatre parties. La *lisibilité* de l'heure sur nos cadrans d'horloges et de montres est naturellement liée à la facilité pour notre œil d'estimer l'indication des aiguilles d'après leur position relativement aux principales divisions du cadran; celles-ci doivent, dès lors, se trouver dans des directions auxquelles l'œil soit accoutumé de se repérer instinctivement. Le système le plus vulgairement accessible sous ce rapport est bien celui des deux directions rectangulaires, verticale et horizontale, et son utilisation entraîne la division par 4. Cela va bien avec un cadran de douze heures, mais non plus avec celui qui en aurait dix, la direction horizontale de repère tombant alors sur les deux divisions fractionnaires de 2 h. 1/2 et de 7 h. 1/2. Ceci, bien entendu, de l'avis des partisans irréductibles, mais nous n'en sommes pas, de la répartition des heures en nombres entiers sur ces directions normales.

Un obstacle d'ordre plus matériel a été signalé par Laplace (1) lorsqu'il a eu en vue l'adaptation de la division décimale aux horloges et aux montres, et qu'il considère la difficulté de la transformation du mécanisme de la minuterie et jusqu'à son influence dans les rapports commerciaux en horlogerie, de la France avec les étrangers.

Quoiqu'il en soit du sort réservé à cette question de réforme, balottée entre les sollicitations progressistes des uns et l'indifférence conservatrice des autres, le système horaire chinois ne la résolvait certainement pas puisqu'il se compose de 12 heures divisées en 100 *quarts* (*Astronomia Europœa*, p. 18) et le reproche fait à Verbiest n'est donc pas plus fondé en ce qui concerne la division horaire du jour qu'il ne

(1) *Exposition du Système du Monde,* 6e édition, 1829, p. 101.

paraît l'être en ce qui regarde celle du quart de cercle en degrés. Quant à la division centésimale de l'heure chinoise ou du degré à laquelle Verbiest fait allusion dans l'*Astronomia Europæa*, p. 17, il faut convenir qu'elle ne pouvait rien donner puisque, d'une part, les heures chinoises étaient inégales et que, d'autre part, la circonférence comprenait alors un nombre fractionnaire de degrés (365° 1/4).

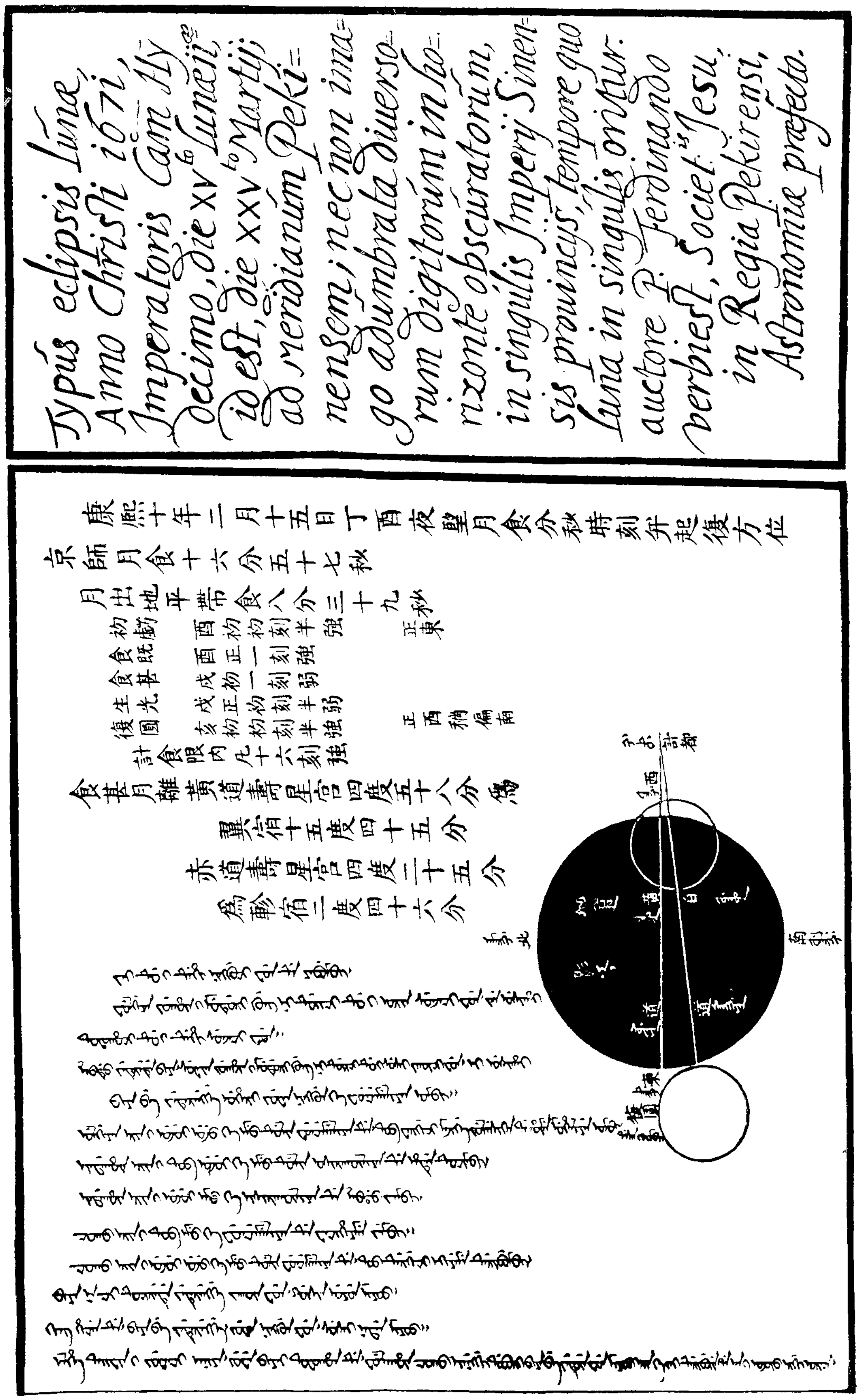
Nous voyons donc, bien que les Chinois nous aient devancés de loin par les utilisations variées qu'ils ont faites de la numération décimale dans leurs sciences d'applications, qu'il n'y avait en Chine, à l'époque où y vécut le P. Verbiest, aucune réalisation fondamentale de la loi décimale en astronomie. Il est même permis de conclure du fait de la limitation de l'usage qui en était fait, tant pour la mesure du jour que pour celle du quadrant, que les efforts qui eussent été entrepris pour rendre le système homogène en le généralisant auraient eu moins encore de chance d'aboutir qu'en Europe où ces restrictions n'existaient pas.

Et tout ceci nous amène à reconnaître que les réformes obtenues conformément à la méthode européenne existante, par le P. Verbiest et les autres savants collaborateurs de son Ordre, étaient les seules réalisables en Chine à cette époque; c'est-à-dire qu'il ne devait y avoir rien de mieux à faire que d'appliquer directement la méthode européenne, telle qu'elle était, afin de voir au plus tôt prévaloir les avantages de la vraie science astronomique sur les errements de l'astrologie dont la vielle astronomie chinoise était imprégnée.

* * *

Les éclipses de Soleil et de Lune. — Verbiest n'a pas laissé de s'occuper aussi de ces phénomènes astronomiques particulièrement impressionnants et il y a comme par ailleurs apporté de notables perfectionnements en étendant à tout l'empire chinois les recherches et les calculs qui servent à établir la description anticipative des éclipses.

Nous reproduisons ici (planches II et III) les deux types principaux qui nous en aient été conservés et qui ont été très obligeamment mis à notre disposition par la direction de la Bibliothèque royale ainsi que par l'administration de celle de l'Université de Gand. Le plan complet de chaque éclipse est reproduit par l'impression xylographique sur une bande de papier chinois de 2 m. 50 sur 25 centimètres et représente les phases principales du phénomène pour chacune des capitales des seize provinces chinoises et pour la Corée.



L'Eclipse de Lune du 25 mars 1671, à Peking.

Ces dix-sept figures ayant la même signification pour chaque éclipse et ne différant que par l'heure ou l'aspect local nous nous sommes arrêtés au choix du spécimen le plus complètement détaillé, celui qui concerne la *Cour de Peking*.

La traduction, délicate à faire, du texte chinois-mandchou, qui forme la légende explicative de ces schémas, résulte de l'interprétation minutieuse qu'a bien voulu en faire le R. P. Gueluy, à la très obligeante intervention du R. P. Frederix, procureur général à Scheut.

Notons encore quelques détails curieux de ces planches et dont le R. P. Van Hee a bien voulu nous donner la signification : la triple ligne verticale qui traverse diamétralement le cercle représentant le Soleil (pl. II) porte, de bas en haut, les cinq caractères chinois, 5, 6, 7, 8, 9, 10 indiquant la division en *doigts*. Le diamètre perpendiculaire porte les signes qui indiquent l'*écliptique*. La ligne en blanc traversant diamétralement le disque de la Lune est notée *voie lunaire*. L'orientation est donnée par les signes correspondant à N. S. E. W. et les caractères inscrits dans les secteurs du cercle en blanc désignent le Soleil et la Lune.

Des indications analogues se retrouvent sur la figure de l'éclipse de Lune (pl. III).

* * *

Eclipse de Soleil du 29 avril 1669, à Peking. — *L'an VIII de K'ang-hi, le 1er de la 4e lune — ce jour étant Koei hai (60e du cycle sexagénaire)* (1) *et la Lune étant nouvelle — Grandeur de l'éclipse, détermination des temps et positions au commencement et à la fin de l'éclipse.*

1° Grandeur de l'éclipse, 5.38 *doigts* (2) ;

2° Entrée dans la pénombre au SW., presque 1/4 après le commencement de l'heure *wei* (soit 1 1/4 h. s. (3).

Maximum de l'occultation à *wei*[b] et 2/4 (soit 2 1/2 h. soir).

Disque découvert (fin de l'éclipse) par SE. à *chenn*[a] et 3/4 (soit 3 3/4 h. s.).

Durée totale de l'éclipse : 10 quarts (soit 2 1/2 heures) ;

3° Au maximum de l'occultation, le lieu du Soleil à l'écliptique est à 10°21' du point zodiacal « Grand pont », sous 11°2' de la constellation du Lasso (α et β du Bélier) (4).

---

(1) Voy. note 1, p. 234.

(2-3-4) Voy. notes 2, 3 et 4, p. 235.

Et par rapport à l'équateur à 7°55' du « Grand pont », sous 1°31' de la constellation « Estomac » (mouche boréale).

---

(1) Logiques jusqu'au bout, les Chinois avaient 12 caractères :

tse, tch'eou, In, mao, tch'en, se ou, wei, Chen, yeou, Siu, Hai,

pour désigner les 12 heures [une heure chinoise = 2 des nôtres] d'un jour naturel ; les mêmes 12 caractères appelés *Rameaux* se combinaient avec les 10 *troncs.*

Kia, i, ping, ting, on, ki, keng, sin, jen, koei,

pour désigner les 60 années du cycle. Ainsi le cycle actuel commence en 1864 et aurait dû finir en 1923, comme l'indique le tableau suivant :

Correspondance des années 1864-1923

	Kia	I	Ping	Ting	Ou	Ki	Keng	Sin	Jen	Koei	
Tse	1864		1876		1888		1900		1912		Rat
Tch'eou		1865		1877		1889		1901		1913	Bœuf
In	1914		1866		1878		1890		1902		Tigre
Mao		1915		1867		1879		1891		1903	Lièvre
Tch'en	1904		1916		1868		1880		1892		Dragon
Se		1905		1917		1869		1881		1893	Serpent
Ou	1894		1906		1918		1870		1882		Cheval
Wei		1895		1907		1919		1871		1883	Brebis
Chen	1884		1896		1908		1920		1872		Singe
Yeou		1885		1897		1909		1921		1873	Poule
Siu	1874		1886		1898		1910		1922		Chien
Hai		1875		1887		1899		1911		1923	Porc

(Cette note est textuellement extraite de la très remarquable et savante brochure du R. P. Louis Van Hee : *Ferdinand Verbiest, écrivain chinois,* déjà citée.)

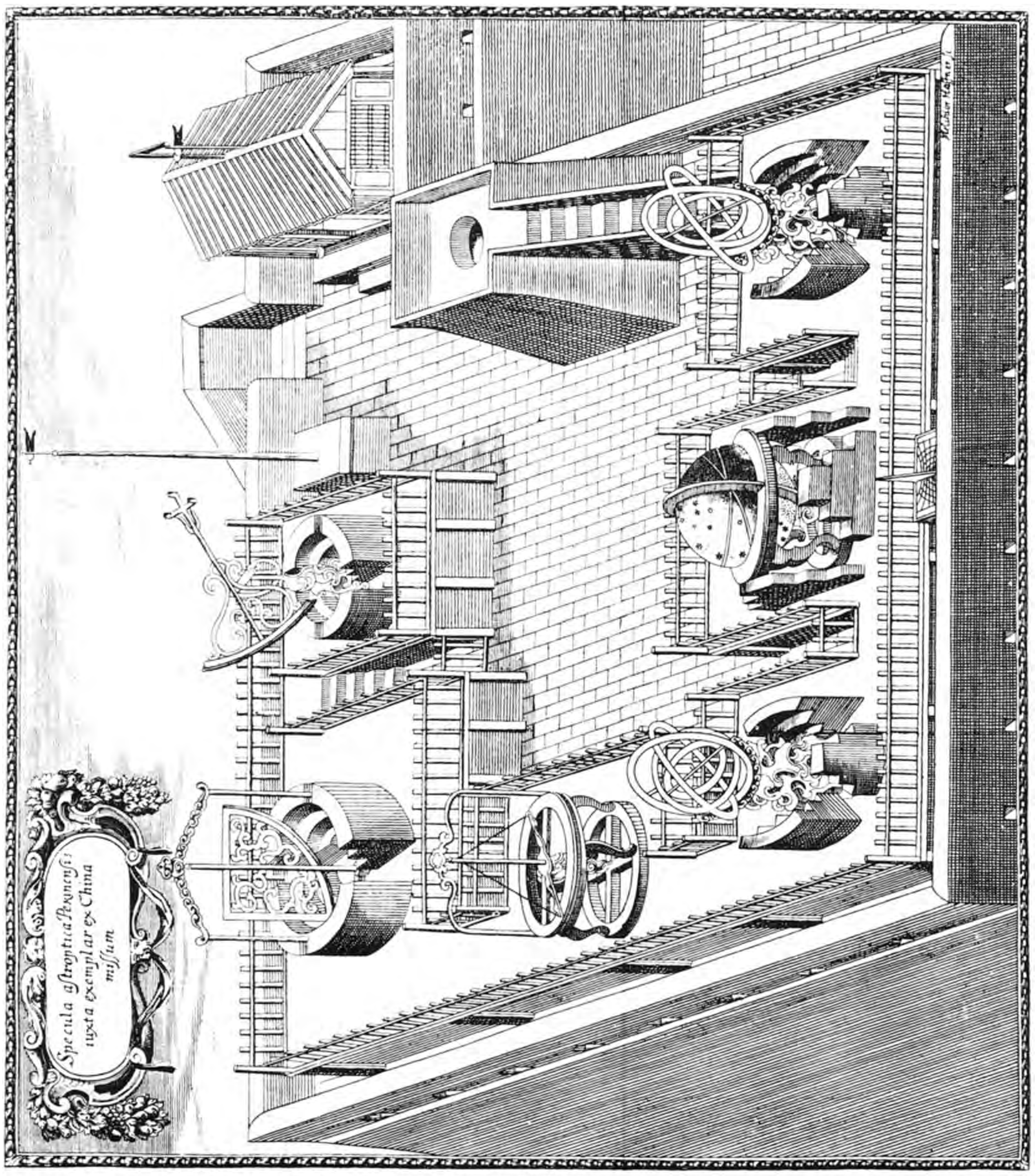


Planche extraite de l'*Astronomia Europœa*, de Verbiest.

Eclipse de Lune du 25 mars 1671, à Peking. — *L'an X de K'ang-hi, le 15 de la 2e lune, au soir — ce jour étant ting-iou (34e du cycle sexagénaire)* (1) *et la Lune étant pleine. — Grandeur de l'éclipse, détermination des temps, position au commencement et à la fin de l'éclipse.*

1° Lune éclipsée à Peking de 16.57 *doigts* (2). Apparition de la Lune à son lever éclipsée de 8.39 *doigts;*

2° Entrée dans la pénombre à 1 1/2 quart (largement) de l'heure *iou*[a], soit 5 h. 1 1/2 quart (largement) et ce par l'E. (3).

Première occultation à l'heure *iou*[b] et 1 quart (largement), soit 6 1/4.

Maximum de l'éclipse à l'heure *siu*[a] et 1 quart (à peine), soit 7 1/4 s.

Premier éclaircissement à l'heure *siu*[b] et 1 quart (à peine), soit 8 1/4 s.

Disque découvert par W. déclinant au S. à l'heure *hai* et 1 1/2 quart (largement), soit 9 3/8.

Durée totale de l'éclipse, 16 quarts (largement);

3° Au maximum de l'occultation, le lieu de la Lune à l'écliptique est à 4°58' du point zodiacal « Longue Vie » (Canopée), sous 15°45' de la constellation des « Ailes » (Cratère) (4).

---

(1) Voy. note 1, p. 234.

(2) Le diamètre du Soleil ou de la Lune est ici divisé en 10 *doigts.*

(3) Les heures ci-dessus mentionnées correspondent pour nous :

wei[a] à 1 h. s.	*wei*[b] à 2 h. s.
chenn[a] à 3 h. s	*chenn*[b] à 4 h. s.
iou[a] à 5 h s.	*iou*[b] à 6 h. s.
siu[a] à 7 h. s.	*siu*[b] à 8 h. s
hai[a] à 9 h. s.	*hai*[b] à 10 h s.

Le comput des heures se fait par *quarts* et *demi-quarts*; les fractions sont négligées : une fraction en plus s'indique par le mot *largement*; une fraction en moins par *à peine.*

(4) Les Chinois comptent 12 points de l'écliptique à l'équidistance de 30°. Dédoublant les intervalles, ils en comptent 24 pour les saisons de l'année et aussi pour les heures du jour. Seulement chacune de ces parties de l'année a son nom propre, tandis que le cycle horaire reste limité à douze signes, chacun d'eux comprenant 2 heures (*a, b*). Les constellations sont au nombre de 28, soit 7 pour chaque quartier (ENWS.). Chacune de ces constellations est vulgairement caractérisée par un nom d'animal : le Lasso est consacré au chien, l'Estomac au faisan, les Ailes au serpent, le Chevalet aux lombrics, etc.

Les constellations chinoises ne correspondent pas aux nôtres; ni par leur nom, ni par leur composition.

Et sa distance équatoriale du point zodiacal « Longue Vie » est de 4°25', sous 2°46' de la constellation du « Chevalet » (β, δ, η, ν du Corbeau).

***

Verbiest, physicien et technicien. — Toujours soucieux d'entretenir les bonnes dispositions de l'empereur Kang-Hi à son égard, Verbiest s'ingéniait à lui plaire en l'étonnant par les applications variées qu'il faisait de ses connaissances en physique et en mécanique.

Il a produit ainsi de nombreux appareils qui excitèrent alors l'admiration des gens de la Cour de Peking, peu versés dans les conceptions scientifiques sur lesquelles ils étaient établis.

Pour en mentionner quelques-uns citons: différents modèles d'horloges solaires dont l'une, entre autres, marquait l'heure pour les diverses provinces de l'empire; un polyèdre portant les cadrans solaires horizontal, vertical, déclinant, incliné, recliné, montrant tous à la fois la même heure; clepsydres à siphon, horloges à roues avec carillon, automates jouant et chantant des airs chinois; un orgue, un clavecin; éolipyle, pompes, perspectives, anamorphoses, chambre obscure, lanterne magique, thermomètres, hygromètres, etc. Le nivellement pour la construction d'un aqueduc. La fabrication d'un nouveau matériel d'artillerie !

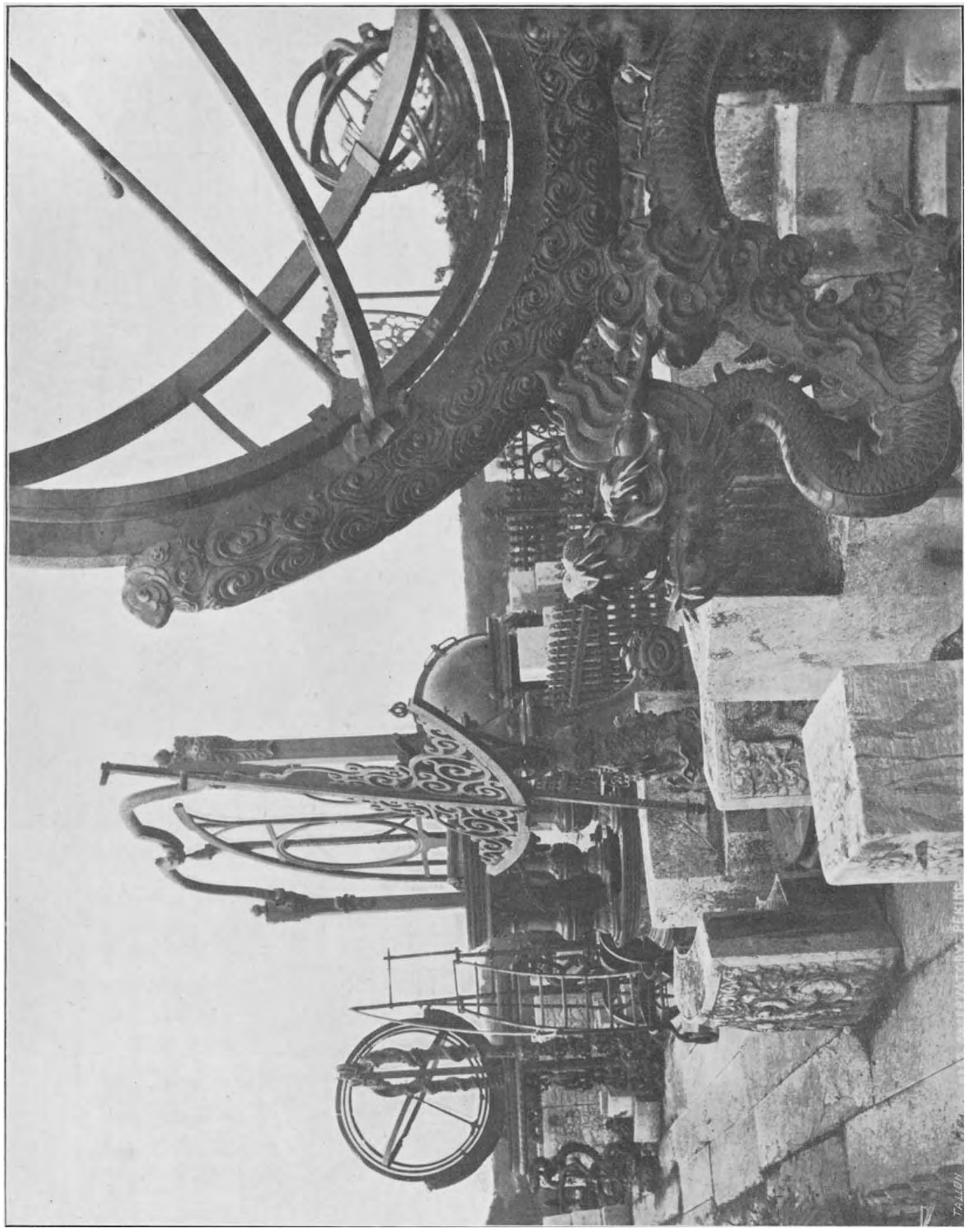
Cette dernière entreprise, dont l'empereur le chargeait, ne laissait pas de répugner à son caractère de *conquérant* pacifique, mais il dut céder devant un ordre formel.

On le savait ingénieux, et multiples sont les occasions qui lui furent *offertes* de montrer les ressources de son esprit inventif.

Il s'y prêtait d'ailleurs de bonne grâce, ce qui lui valut sans doute d'être distingué sous le cognomen chinois de *Nan-Hoai-Gin* (*cordialement humain*).

Le Mandarin (pl. I) (1). — On pourrait presque ajouter *malgré lui*, en signalant cette dignité qui fut conférée à Verbiest malgré ses refus persistants et dûment motivés à l'empereur Kang-Hi. En vertu de l'abondance et de l'importance des services qu'il n'avait cessé de rendre, il dut encore se résigner à être investi de la présidence à l'Observatoire, au tribunal des mathématiques, à la Cour suprême pour la réception

(1) D'après un cliché que nous devons à l'amabilité de la Rédaction de la *Revue des Questions scientifiques*.



La collection des instruments photographiés à la terrasse de l'Observatoire de Peking peu de temps avant la révolution de 1900.

des communications adressées à l'Empereur et de la vice-présidence au Ministère des Travaux publics.

C'est comblé de ces hautes distinctions et des faveurs toutes particulières dont l'honorait l'empereur qu'il s'éteignit le 28 janvier 1688, âgé de 65 ans à peine, sa santé pourtant robuste ayant été minée par la dépense exagérée qu'il faisait des facultés dont la nature l'avait généreusement doué.

Les instruments de l'Observatoire. — La planche IV, qui est la re-

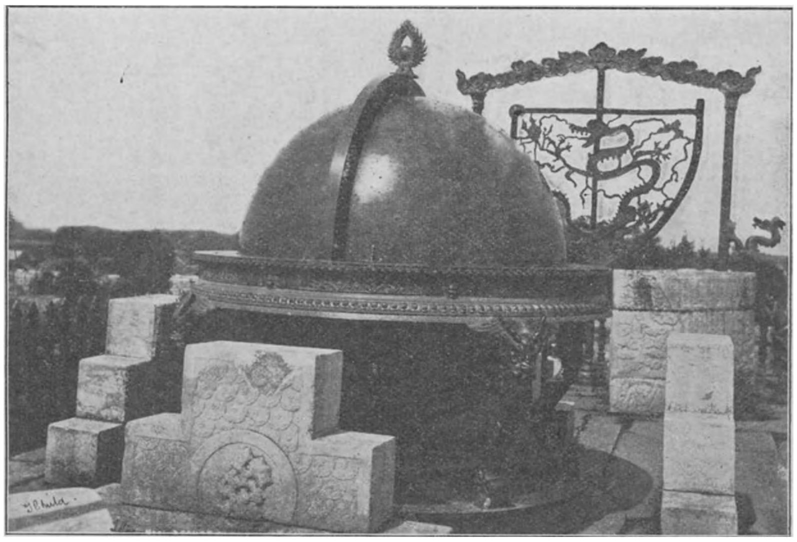


FIG. 22. — Le globe céleste et le quart de cercle (photographie prise peu avant 1900).

production de celle que Verbiest a donnée dans son *Astronomia Europœa*, représente la *terrasse* de l'Observatoire avec les instruments qui s'y trouvaient. Situé à l'est de Peking l'Observatoire, par son élévation, domine toute la ville et jouit d'un horizon parfaitement libre.

On y voit un globe céleste (reproduit à part, fig. 22), des armilles zodiacales et équatoriales, un cercle azimutal surmonté d'un triangle, un quart de cercle mobile, un sextant qu'on peut diriger à tous les points du ciel, une girouette placée au haut d'un grand mât; enfin un observatoire particulier placé sur la plate-forme, où quatre mandarins veillaient sans cesse pour les observations météorologiques. Au milieu est un trou où l'on allume du charbon dans les temps froids; à l'un

des angles une chambre y est aménagée qui sert d'abri pour les observateurs dans les mauvais temps.

Le diamètre des armilles, du globe céleste, du cercle azimutal est de six pieds, ainsi que le rayon du quart de cercle; celui du sextant est de près de huit pieds. Les limbes des cercles sont divisés en degrés, minutes et quarts de minutes, par des transversales.

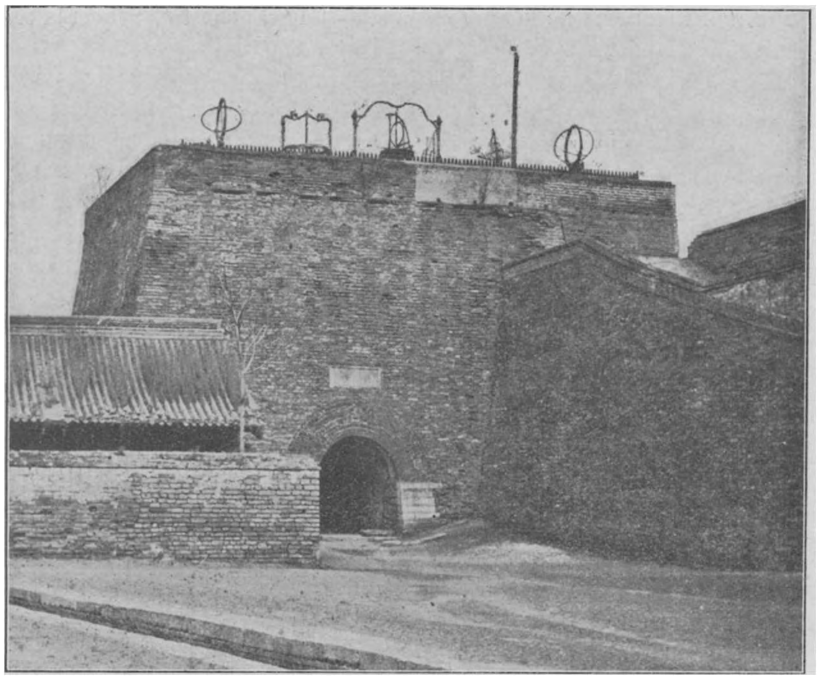


Fig 23. — L'Observatoire de Peking (photographie prise peu avant 1900).

La planche V qui représente aussi les instruments de l'Observatoire de Peking est la reproduction d'une photographie parue dans l'*Art Chinois* de Bushnell. L'exemplaire reproduit, appartenant aux missionnaires de Scheut, nous vient de l'obligeant secrétaire, M. l'abbé H. Blondeel, du comité local organisateur de la manifestation « Verbiest » à Pitthem. Il en est de même pour les figures 22 et 23 qui représentent le *globe céleste* et l'Observatoire de Peking. Les divers instruments qui le couronnaient sont en bronze ouvragé dans le style chinois le plus pur.

Montés sur des dragons d'airain reposant sur socle en marbre, leurs dimensions imposantes répondaient aux idées de précision que Verbiest, leur constructeur, pratiquait alors d'après l'exemple de Tycho-Brahé. Deux siècles d'exposition en plein air y ont, sans les altérer, mis le ton de leur patine inévitable.

Ces documents photographiques revêtent peut-être un intérêt plus pénétrant maintenant que les pièces scientifiques qu'ils reproduisent, et qui sont estimées par Bushnell comme l'un des plus beaux spécimens de l'art chinois, ont disparu depuis 1900 de l'emplacement où elles furent si heureusement utilisées au XVIIe siècle. La révolution des Boxers a été l'occasion d'actes de vandalisme allant jusqu'à s'exercer sur des instruments d'application scientifique ; et lors du passage des armées alliées par Peking en 1900, les Allemands ont, paraît-il, pris possession de ce matériel astronomique qui formait la garniture historiquement inappréciable de l'Observatoire de cette ville.

On peut la retrouver actuellement à Potsdam où elle fait le plus bel ornement de la terrasse du palais de *Sans Souci.*

A. Damry.

L'ASTRONOMIE ET LA PHYSIQUE DU GLOBE
au IVe Congrès de l'Association espagnole pour l'avancement des Sciences (1913).

Ce Congrès a eu lieu à Madrid du 15 au 22 juin passé.

Dans la deuxième section, la seule à laquelle nous ayons assisté (exception faite de la huitième, devant laquelle nous dûmes présenter deux mémoires, l'un sur *Quelques applications de la Sismologie à l'étude des mouvements artificiels*, et l'autre sur un *Tronomètre Cartuja* (*petit modèle*) destiné à l'enregistrement de ces mouvements), on a présenté de nombreux et intéressants mémoires dont nous allons donner un court aperçu, en excluant ceux dont nous n'avons pu entendre l'exposition; ces derniers seront simplement cités, de même que quelques autres sur lesquels nous n'avons pu prendre de notes.

Notre éminent collègue, le Prof. D^r Fr. Iniguez, chef de l'Observatoire astronomique de Madrid, a exposé ses observations sur le *spectre de la Nova Geminorum n° 2;* cette curieuse étoile, découverte le 13 mars 1912 par l'astronome norvégien Sigurd Enebo, avait alors un éclat correspondant à 4,4 magnitude; le jour suivant il monta à 3,9 pour descendre le 16 à 5,8 et ensuite lentement à 6,3 le 23 mai. A Madrid l'étoile temporaire ne put être étudiée qu'à partir du 16 mars jusqu'à la fin de mai; son observation fut alors rendue impossible par l'illumination solaire; de nombreux spectrophotogrammes ont été obtenus avec un objectif de 203 millimètres de diamètre et de 2 mètres de distance focale pourvu d'un prisme de 20° et d'égale ouverture libre, monté sur un pied équatorial Grubb; ce dernier était pourvu d'une lunette-chercheur de 152 millimètres avec un micromètre du même opticien. La série de photographies spectrales convenablement amplifiées montrée par le Prof. Iniguez est fort belle et très instructive; elle montre les rapides et notables changements offerts par la *Nova* et qui sont dus d'après le savant astronome plutôt à des phénomènes analogues à ceux qui se produisent dans notre Soleil, bien qu'incomparablement plus intenses, qu'à l'existence d'une étoile satellite, à la transformation de l'étoile en nébuleuse, ou même à l'interposition d'une nébuleuse ou d'une comète, toutes hypothèses qu'il croit moins probables.

Pendant notre absence aux travaux de cette section, motivée par notre présence nécessaire à celle des sciences appliquées, plusieurs

mémoires furent présentés par des astronomes de l'Observatoire de Madrid, ce sont ceux de MM. P. Carrasco, *Résultats spectroscopiques de l'éclipse du 17 avril* 1912. Fernàndez Ascarza, *Le spectrographe Hilger de l'Observatoire de Madrid*, du même, en collaboration avec M. J. Tinoco, *Études spectro-héliographiques*, et de MM. G. Reig et E. Lastareli, *Détermination de la latitude à l'aide du sextant.* Nous pûmes cependant entendre l'exposé d'autres notes fort importantes, présentées aussi par des astronomes de l'Observatoire de Madrid, telles que celles de M. M. Aguilar, *Études de photographie céleste*, lequel recommande chaudement l'étude photographique de la *Voie Lactée* dans l'hémisphère nord avec de longues poses et un objectif très lumineux et en même temps pourvu d'un grand champ, et de M. P. Jiménez, *Sur les protubérances solaires*. Cette dernière, fondée sur une longue série d'observations faites avec un spectroscope à quatre prismes et demi traversés deux fois par les rayons lumineux, construit par Sir Howard Grubb à Dublin, et combiné convenablement avec un excellent équatorial de 200 millimètres d'ouverture et de 3 mètres de distance focale de même provenance, fut très suggestive, tant par la série de dessins présentés que par les déductions ingénieuses et originales, sur les formes, situations, évolution et même origine de ces éruptions solaires, dans quelques cas comparables à des champs de blé embrasés, d'autres à des gerbes de feu, etc. D'après ce savant astronome nous sommes encore (juin 1913) en plein minimum d'activité solaire, tandis que celui-ci devrait avoir eu lieu vers la fin de 1912, théoriquement du moins; ses observations sur les protubérances solaires le conduisent à admettre trois maxima secondaires annuels, fait d'ailleurs parfaitement en accord avec ce qui se présente pour les taches et les facules, d'après le dépouillement des photohéliogrammes obtenus à l'Observatoire astronomique de Cartuja (Grenade), comme l'a fait voir le P. Raphaël Valdivia S. J., qui nous a même montré des graphiques démonstratifs; ils seront publiés à bref délai dans *Ciel et Terre*.

M. P. Jiménez nous fit voir aussi de charmantes épreuves stéréoscopiques obtenues à Valence par un astronome-amateur, en prenant Saturne et ses satellites pendant une heure, et sur des plaques sensibles différentes, à deux jours d'intervalle. L'effet de relief est saisissant, et les diapositives avec les Pleïades, Aldébaran et les Hyades, etc., des clichés obtenus avec un Tessar Zeiss (si nous ne nous trompons), attaché à un petit équatorial, sont d'une grande

beauté. Le halo n'existe nulle part, et l'objet le moins net est la planète, comme on devait s'y attendre.

Avant de laisser les travaux des astronomes de l'Observatoire de Madrid, nous donnerons quelques renseignements sur les installations récentes de cet établissement, fruits de la persévérance et du dévouement de son illustre directeur M. le prof. Iniguez; les anciens instruments eux-mêmes ont reçu de sérieuses améliorations : ainsi l'équatorial Merz (1858), de 27 centimètres d'ouverture et de 4 m. 87 de distance focale, a reçu des modifications dans ses mouvements lents et dans son moteur d'horlogerie; son ancien dôme en bois a été remplacé par une coupole en acier et carton comprimé, mue par un moteur électrique; le cercle méridien Repsold (1854), de 15 centimètres d'ouverture par 2 m. 10 de distance focale, a actuellement un micromètre construit par Salmoiraghi; deux collimateurs de 13 c. 5 par 1 m. 50 ont été ajoutés en 1906, de même qu'un chronographe Grubb (1908), et une superbe pendule Strasser et Rhode (1900). Celle-ci, avec la Peyer (1900) et la Riefler (1907), compensées pour la température et la pression, suffisent largement pour le service horaire de l'Observatoire, qui est plutôt consacré à l'astronomie physique qu'à celle de position; le service horaire compte, en outre, un très beau cercle méridien Salmoiraghi à oculaire coudé, instrument capable à lui seul de faire la réputation de l'atelier qui l'a construit. Le petit équatorial Steinheil, datant de 1860, vient de recevoir une chambre ampliatrice et un obturateur, construits par Zeiss, et utilisés pour photographier tous les jours le Soleil, dans le but d'étudier ses taches et ses facules.

Comme l'étude de l'astre du jour est une des plus importantes de toutes celles qu'aborde l'astronomie, en plus de l'équatorial Grubb (1900), avec son spectroscope, dont nous venons de faire mention, M. le prof. Iniguez a fait l'acquisition, en 1910, d'un spectro-héliographe construit aussi par Grubb avec héliostat; objectif de 25 centimètres pour la projection sur la première fente de l'image du Soleil, un objectif collimateur et un autre photographique, tous deux de 10 centimètres d'ouverture, et un prisme de 45°, traversé deux fois par les rayons lumineux, en plus du puissant mécanisme d'horlogerie destiné à faire passer l'image du Soleil devant la fente en un temps déterminé et variable à volonté dans des larges limites.

En 1912 un spectrographe Littrow, construit par Hilger, vient d'être ajouté. Nous dirons pour terminer cette petite note, que le montage d'un équatorial avec objectif de 40 centimètres de diamètre

et 5 mètres de distance focale, pourvue de tous les perfectionnements les plus récents, est presque terminée.

Le président de la section, le général Azcarate, le savant directeur de l'Institut et de l'Observatoire de San Fernando, a fait une très intéressante communication orale sur les travaux récemment exécutés dans cet important établissement scientifique; on sait que l'un de ses premiers devoirs est la publication de l'*Almanaque Nautico*; la *Carte du Ciel* et des observations magnétiques, météorologiques et sismologiques, absorbent la plus grande partie des efforts du personnel scientifique à ses ordres, ainsi que de son budget. Les travaux relatifs à la *Carte du Ciel* sont très avancés; de nombreuses cartes et feuillets du catalogue ont été déjà envoyés à d'autres centres scientifiques, et le général Azcarate croit que la zone allouée à San Fernando pourra être entièrement publiée ayant 1920. Un magnifique oculaire Repsold (ou mieux Braun-Repsold, car ce savant constructeur n'a fait que modifier l'invention du P. Charles Braun, S. J.), a été adopté au cercle méridien Troughton, dont l'objectif mesure 203 millimètres d'ouverture, et une bonne pendule Riefler remplacera bientôt la Dent, un peu vieille, mais qui a rendu d'excellents services. Lors de l'éclipse du 17 avril 1912, la position et la largeur de la bande de phase maximum (totalité en Espagne) et celle de la ligne centrale, furent déterminées par une centaine d'observateurs, dûment entraînés, distribués tout le long de trois longues chaussées bien orientées et à 100 mètres l'un de l'autre.

Les communications relatives à la météorologie furent aussi très importantes. Le chef de l'Observatoire central météorologique de Madrid, le Lt-col. d'état-major et ingénieur-géographe, M. J. Galbis, s'est occupé d'*Aerologie* et plus spécialement du lancement journalier des *ballons pilotes* et des *ballons sondes* qu'il a commencé à faire régulièrement depuis les premiers jours du mois d'avril courant. Les premiers se suivent très bien avec l'excellent théodolite coudé de la maison J. et A. Bosch de Strasbourg, pendant les jours clairs surtout, si l'on a la précaution de ne pas les laisser monter à plus de 5 ou 6 kilomètres. Une règle à calcul spéciale, fixée sur un cercle tracé sur du papier quadrillé, permet de tracer les trajectoires suivies par les *ballons pilotes*, et, en partie, par les *ballons sondes*, qui montent bien plus haut. Ces trajectoires affectent très fréquemment la forme bouclée et l'influence des massifs d'arbres, des groupes de maisons etc., est à l'étude. Les instruments enregistreurs pour les *ballons sondes* sont aussi ceux de la firme Bosch; quoique très bien construits, ils

sont avant, et même après leur voyage aérien, étalonnés dans des chambres à basse pression, à température et à état hygrométrique variables, seul moyen qui puisse garantir les résultats qu'ils fournissent, mais qui exige un sacrifice considérable de temps.

M. Galbis, au nom de l'ingénieur-géographe M. J. Garcia Lomas, présenta le résumé d'un mémoire intitulé : *Travaux météorologiques à Ténérife*, et relatifs aux observations exécutées à l'Observatoire provisoire monté par les Allemands, à 2700 mètres de hauteur, dans les *Canadas*, et après l'omission visé du Dr. Wrangel, occupé par M. G. Lomas et deux aides météorologistes. Le but principal, le lancer des globes sondes et pilotes pour l'étude des contre-alisés y a été atteint et dans les *jours internationaux*, un globe au moins a été lancé, de façon à dépasser 10000 mètres de hauteur ou du moins 8000 mètres; mais les ravins forment un gouffre profond, très près de l'Observatoire, ce qui produit des courants d'air violents, de vrais tourbillons, qui empêchent le lancer des cerfs-volants et des ballons captifs, d'autant plus que les premiers exigent un terrain plat d'au moins un demi-kilomètre de longueur. Un autre emplacement a été choisi et un Observatoire définitif est en construction sur le mont *Izana*, à 2330 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer: le lieu est plus convenable, quoiqu'il s'agisse aussi d'un endroit désolé dont le sol est formé de laves et que les changements de température journaliers y sont parfois considérables (de + 25° *a* — 1°), d'une sécheresse extrême, et d'un accès peu commode; mais tout exige du travail dans ce bas monde, et la science mérite bien quelques sacrifices. Un autre Observatoire aérologique sera construit bientôt aussi sur les rivages de l'île, près de Santa Cruz, et un torpilleur permettra de repêcher les ballons sondes. Des projections contribuèrent à rendre encore plus intéressante cette belle conférence.

Trois météorologistes de l'Observatoire de Madrid, MM. N. Sama, F. del Junco et H. Alonso, s'occupèrent respectivement de *Quelques types du temps*, *Contribution à la météorologie espagnole* et *Nouveaux instruments actinométriques*. Le désir de ne pas allonger outre mesure ces notes nous empêche d'analyser plus longuement de ces travaux remarquables, d'autant plus que leurs auteurs sont très jeunes.

Pour notre part, nous avons présenté un travail de sismologie pure, le seul paru au Congrès, en outre de nos autres notes, déjà mentionnées plus haut. Sous le titre : *1903-1912*, *Dix années d'activité de la*

Station sismologique de Cartuja (*Grenade*), nous avons retracé l'histoire de ce centre scientifique, des travaux effectués, des sismes enregistrés avec des sismographes construits et inventés pour la plupart en Espagne et chez nous, travail accompagné de quatorze planches explicatives et suivi d'une liste bibliographique des cinquante-deux notes, mémoires, etc., publiés en plus du *Boletin mensual* et du *Bulletin sismique*, que *Ciel et Terre* veut bien insérer régulièrement.

Une petite exposition d'instruments scientifiques espagnols a eu lieu en même temps ; elle était assez riche en appareils de mécanique, électricité, chimie, etc., et même en restes préhistoriques. Parmi les instruments les plus en relation avec les sciences étudiées par *Ciel et Terre*, les plus remarquables étaient un marégraphe et un marémètre du colonel du génie et ingénieur-géographe M. E. Mier y Miura et un magnétomètre-inscripteur du prof. Branas. La Station sismologique de Cartuja (Grenade) apporta aussi sa très modeste contribution, insignifiante à côté des belles installations du Laboratoire d'aéronautique, dirigé par l'ingr. M. L. Torres Luevedo, et l'Institut industriel catholique que dirige le R. P. Félix G. Polavieja, S. J., du Génie militaire, des riches trouvailles préhistoriques celtibériennes du marquis de Cerralbo, etc., etc. Une petite composante verticale (modèle de démonstration), un tromomètre Cartuja petit modèle, des photographies d'instruments et de sismogrammes, des diapositifs et des brochures (mémoires, bulletins, notes, etc...) formèrent notre humble contribution à cette exposition.

Emm. Mª S. NAVARRO-NEUMANN, S. J.
Directeur de la Station sismologique de Cartuja (Grenade).

Bulletins mensuels

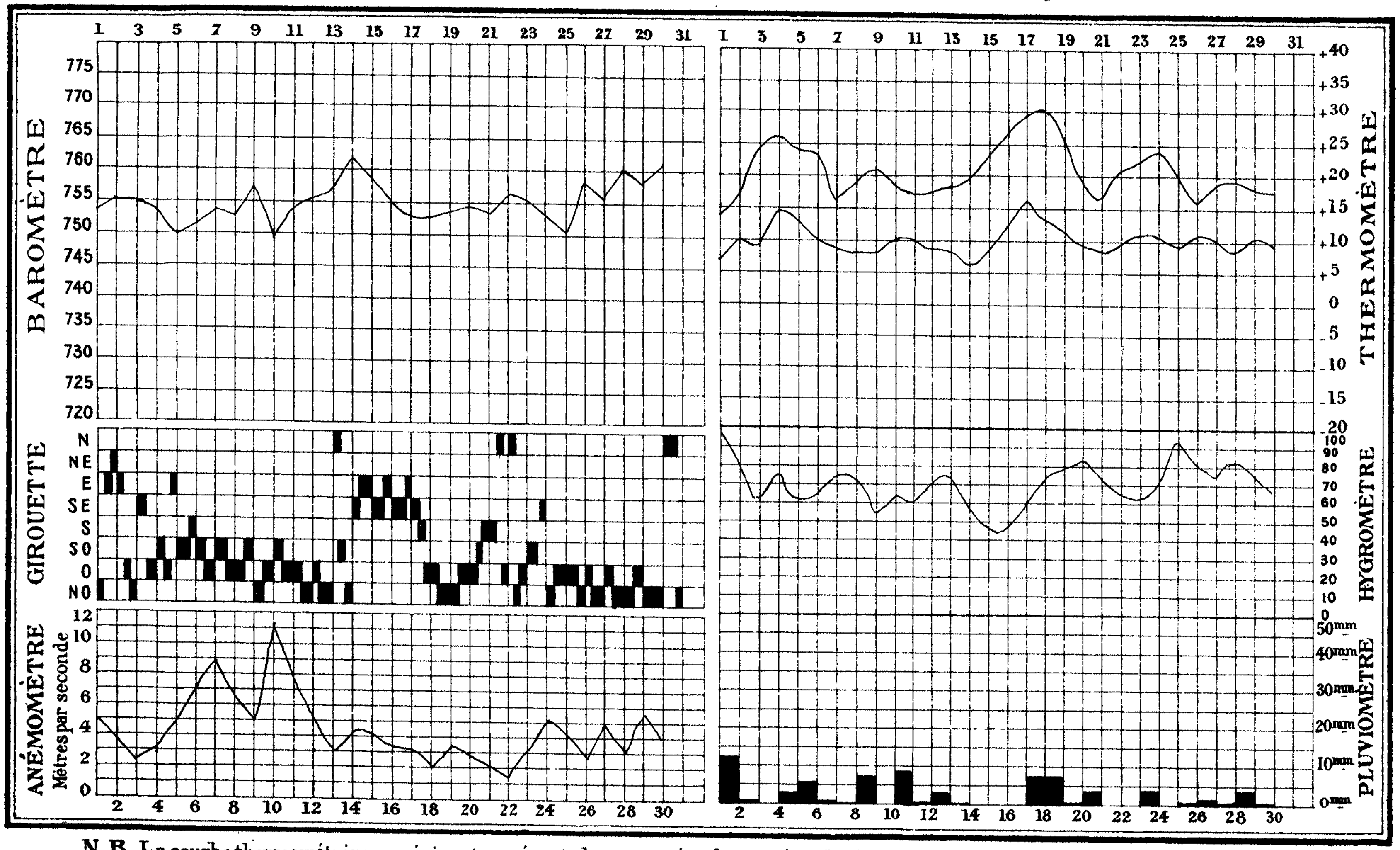
BULLETIN DU CLIMAT DE LA BELGIQUE (Juin 1913)

Observations d'Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	Juin 1913
Hauteur barométrique moyenne à midi . . .	753,1mm	755,5mm
Hauteur barométrique moyenne la plus élevée .	758,2	—
Hauteur barométrique moyenne la plus basse .	748,3	—
Température moyenne du mois	16°1	15°5
Température moyenne la plus élevée	20,1	—
Température moyenne la plus basse	13,3	—
Maximum thermométrique absolu	34,7	30,2
Minimum thermométrique absolu	1,4	7,0
Nombre de jours de gelée .	0	0
— maximum . . .	0	—
— minimum . . .	0	—
Vents dominants (proportion sur 100)	SW (24), W (19), NW (14), N (11).	W (28), NW (22), SW (15), N (11).
Vitesse moyenne du vent.	3,3	4,5
Humidité moyenne à midi.	67,2	70,3
Hauteur totale d'eau recueillie	65mm	77,3mm
Hauteur maximum . . .	180	—
— minimum . . .	12	—
Nombre de jours d'eau recueillie	15	21
Nombre de jours d'orage .	4	4
Nombre de jours de neige.	0	0
Nombre de jours de grêle.	1	0
Heures de soleil (total possible		493 h.
— (total observé). .		157
Nombre de jours sans soleil. .		2

N. B. — L'altitude de l'Observatoire (cuvette du baromètre) est de 100 mètres. La température moyenne est déterminée d'après les maxima et les minima de chaque jour, pris à midi. — La fréquence des vents dominants est calculée en supposant le nombre total d'observations du mois égal à 100. — La vitesse du vent est exprimée en mètres par seconde. — Les jours où l'on a recueilli de l'eau sont ceux où le pluviomètre marquait au moins 0mm1.

OBSERVATIONS D'UCCLE — Juin 1913



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

Juin 1913	UCCLE			FURNES			OSTENDE			MAESEYCK			LIÉGE			SPA			ARLON		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	13.6	**7.0**	10.3	15.8	6.8	11.3	13.5	**7.7**	10·6	17.3	9.0	13.1	13.2	11.0	12.1	13.5	10.5	12.0	21.0	9.0	15.0
2	14.1	10.0	12.0	15.0	9.2	12.1	15.6	9.9	12.7	15.6	7.7	11.6	14.2	10.8	12.5	14.0	10.0	12.0	15.2	7.6	11.4
3	16.9	8.9	12.9	18.0	8.6	13.3	16.9	8.9	12.9	17.9	8.7	13.3	16.0	10.0	13.0	20.0	8.0	14.0	19.4	7.9	13.6
4	25.3	15.6	20.4	22.7	14.5	18.6	21.2	15.1	18.1	26.3	13.0	19.6	24.0	15.2	19.6	24.0	12.2	18.1	25.7	14.3	20.0
5	23.6	13.0	18.3	23.0	10.9	16.9	23.2	13.4	18.1	23.5	14.2	18.8	21.4	13.6	17.5	21.0	12.6	16.8	20.5	10.3	15.4
6	22.9	10.0	16.4	23.0	10.1	16.5	21.0	10.3	15.6	25.4	11.8	18.6	22.3	11.0	16.6	21.0	11.0	16.0	21.9	8.0	14.5
7	16.6	9.6	13.1	16.6	9.8	13.2	15.4	10.0	12.7	19.7	10.1	14.9	16.7	10.0	13.3	15.8	8.5	12.1	18.2	7.2	12.7
8	15.2	9.3	12.2	17.2	7.4	12.3	16.7	7.4	12.0	18.1	9.4	13.7	16.5	12.2	14.3	16.2	11.6	13.9	15.2	7.7	11.4
9	20.6	8.7	14.6	19.2	6.5	12.8	17.6	11.8	14.7	21.9	10.0	15.9	19.0	10.8	14.9	19.0	10.0	14.5	18.2	10.0	14.1
10	18.1	10.9	14.5	19.4	7.4	13.4	16.9	11.3	14.1	19.5	10.5	15.0	17.4	11.2	14.3	16.8	8.2	12.5	18.2	8.9	13.5
11	15.4	11.0	13.2	19.3	**6.3**	12.8	13.9	12.0	12.9	16.8	12.2	14.5	18.6	12.0	15.3	18.0	11.0	14.5	20.7	**5.5**	13.1
12	17.5	9.7	13.6	18.8	10.4	14.6	16.8	11.4	14.1	18.4	10.3	14.3	17.0	10.2	13.6	16.0	8.9	12.4	17.0	7.5	12.2
13	17.1	9.3	13.2	18.4	10.5	14.4	16.7	10.3	13.5	18.3	6.0	12.1	16.1	9.8	12.9	15.8	7.0	11.4	13.4	7.7	10.5
14	18.2	7.2	12.7	19.0	7.2	13.1	16.5	9.2	12.8	19.8	**5.6**	12.7	17.0	8.3	12.6	16.2	**5.5**	10.8	16.7	7.0	11.8
15	19.9	8.0	13.9	22.3	7.8	15.0	19.9	9.4	14.5	21.2	6.0	13.6	18.4	**7.3**	12.8	19.6	9.0	14.3	19.4	6.1	12.7
16	24.6	12.6	18.7	25.2	12.8	19.0	25.4	13.1	19.2	24.9	8.7	16.8	24.4	11.3	17.8	23.5	15.0	19.2	23.5	9.0	16.2
17	28.8	16.6	22.7	**30.0**	15.0	22.5	**29.9**	17.1	18.5	28.9	12.0	20.4	28.2	17.2	22.7	26.8	16.5	21.6	26.0	12.7	19.3
18	**30.2**	13.0	21.6	28.7	12.2	20.4	28.4	12.5	20.4	**31.5**	16.0	23.7	**29.2**	15.3	22.2	**27.5**	15.0	21.2	**29.0**	14.4	21.7
19	26.0	11.8	18.9	23.0	11.0	17.0	19.3	12.8	16.0	**31.5**	15.0	23.2	25.6	14.2	19.9	26.8	14.0	20.4	23.2	12.7	17.9
20	19.3	9.1	14.2	21.1	9.9	15.5	18.8	10.2	14.5	21.5	11.9	16.7	17.6	10.0	13.8	19.0	7.9	13.4	20.2	8.0	14.1
21	17.0	8.8	12.9	16.3	8.8	12.5	16.1	7.8	11.9	21.1	11.2	16.1	16.2	10.2	13.2	16.5	9.0	12.7	14.3	6.8	10.5
22	18.2	9.9	14.0	19.0	11.3	15.1	16.2	13.2	14.7	16.8	10.7	13.7	14.2	11.0	12.6	14.2	8.7	11.4	17.4	6.9	12.1
23	22.4	11.2	16.8	22.4	9.4	15.9	18.6	8.5	13.5	23.9	11.1	17.5	20.6	11.0	15.8	19.5	8.0	13.7	20.8	8.8	14.8
24	23.8	10.9	17.3	24.0	9.1	16.5	23.6	10.0	16.8	24.9	13.0	18.9	22.6	12.0	17.3	21.6	11.5	16.5	22.8	12.5	17.6
25	18.8	9.5	14.1	19.0	8.6	13.8	15.8	12.0	13.9	20.9	10.3	15.6	18.1	10.2	14.1	17.0	9.0	13.0	18.9	7.7	13.3
26	15.2	11.0	13.1	16.8	10.3	13.5	15.2	11.8	13.5	17.0	10.5	13.7	15.1	11.6	13.3	15.0	11.0	13.0	15.4	7.0	11.2
27	16.9	11.3	14.1	19.8	11.8	15.8	18.6	12.4	15.5	18.3	11.4	11.8	15.5	12.0	13.7	15.0	10.5	12.7	18.5	10.2	14.3
28	18.8	7.9	13.3	18.6	10.0	14.3	17.5	12.6	15.0	19.9	8.6	14.2	17.6	9.4	13.5	15.6	9.0	12.3	16.4	7.0	11.7
29	15.7	11.4	13.5	17.0	12.0	14.5	16.2	12.8	14.5	17.7	12.0	14.8	14.3	11.3	12.8	13.8	10.0	11.9	14.1	9.6	11.8
30	18.2	9.6	13.9	18.9	10.7	14.8	17.4	12.9	15.1	18.4	11.2	14.8	16.4	11.8	13.6	15.2	10.2	12.7	17.6	7.7	12.6

BULLETIN DE L'ACTIVITÉ SOLAIRE

Décembre 1912.

Le calme presque parfait qui s'est manifesté par rapport aux taches, du 15 octobre à fin novembre, s'est maintenu pendant les dix premiers jours de décembre. Pendant cette décade les facules elles-mêmes ont été rares et d'une étendue très réduite.

Le ciel couvert nous a empêché d'avoir la photographie journalière les 11, 12, 13, 21, 22, 23, et 30.

Les observations visuelles, au contraire, ont pu se faire avec netteté tant par rapport aux taches qu'aux facules les 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 26 et 28.

Les nombres qui vont suivre résultent des mesures effectuées sur les 14 photohéliogrammes du mois :

Moyenne diurne du nombre de groupes	De taches	0,5
	De facules	0,2
Moyenne diurne du nombre de	Noyaux	1,1
	Pores	2,5
Moyenne diurne de la surface (en millionièmes d'hémisphère)	Tachée	65
	Faculaire	596

Groupes de taches observés pendant le mois, avec leurs coordonnées héliographiques :

Nº du groupe statistique de Cartuja	Jours qu'il a été observé	Lat. —	Long. —	Date du passage au M. C.	Surface maxima —
810	14 — 23	— 1°8	204°0	17	260
811	17 — 18	+ 19.5	232.0	»	180
812*a*	31 — 2 janv.	+ 24.8	52.4	»	50
812*b*	31 — 2 janv.	+ 26.7	44.3	»	108

Latitude moyenne boréale des taches . . . . + 23°5
Latitude moyenne australe des taches. . . . . . . — 1.5
Latitude moyenne boréale des facules. . . . . . . + 30.8
Latitude moyenne australe des facules . . . . . . — 3.1

Groupe 810. — Comme précédemment le 808, ce groupe a été double. Formé par deux noyaux principaux entourés de beaucoup de pores, le groupe était entouré d'une brillante facule.

Le 16 du mois, les pores, au nombre de 18, se rangeaient en forme de chaîne unissant les deux noyaux.

Le 17 les deux noyaux sont nettement séparés ; leurs surfaces s'accroissent de même que celles des pores.

L'ensemble occupait une étendue de 4° en longitude. Le 19 l'aspect du groupe est le même que le 14, jour de la découverte ; la surface a atteint son maximum de

150 millioniêmes. Les 21 et 22 la photographie n'a pu être obtenue et le 23 les derniers éléments du groupe gagnaient le bord ouest du soleil.

Groupes 811 et 812. — Ces groupes n'ont été remarquables que par leur latitude élevée. Leur activité a été peu prononcée. Cependant de pareils groupes n'avaient plus été observés sur l'hémisphère nord depuis décembre 1911.

Janvier 1913.

L'activité solaire n'a guère été remarquable pendant le mois de janvier. Le groupe 812 observé en décembre 1912, a disparu le 3 janvier par suite de l'absorption des deux noyaux qui le composaient. Le lendemain 4, ne subsistait que la facule qui les enveloppait. Les autres groupes du mois, nos 813, 814, 815 et 816 n'ont été que des sièges de perturbations de formation rapide mais aussi de courte durée. La caractéristique de ces quatre groupes est l'aspect nébuleux de leurs noyaux, d'ailleurs tout petits.

Les groupes boréals tendent à s'élever vers les hautes latitudes, tandis que les australs tombent vers les basses latitudes. C'est cette fois l'hémisphère nord qui a été le siège des perturbations photosphériques les plus importantes.

Les nuages ont empêché la photographie du Soleil les sept jours suivants : 5, 10, 11, 15, 17, 25 et 28; des observations des jours voisins, il semble probable que le 5 le Soleil a dû se présenter sans taches ; pour les 10 et 11, rien de certain ne peut être affirmé, les 15 et 17 des taches existaient sur l'hémisphère nord et enfin aux 25 et 28 l'hémisphère sud était taché par le groupe 816.

Des vingt-quatre jours de photographie il résulte que l'hémisphère nord a été sans taches pendant vingt jours et l'hémisphère sud pendant dix-neuf jours. Pendant onze des jours, l'hémisphère nord ne présentait même pas de facule et la même constatation existe pour treize jours quant à l'hémisphère sud.

Le Soleil tout entier a été vierge de taches, quinze jours du mois et parmi ceux-ci quatre jours, les 6, 21, 23 et 31 il y avait même absence de facules visibles.

Moyenne diurne du nombre d'unités observées (1).

UNITÉS	HÉMISPHÈRE NORD	HÉMISPHÈRE SUD	DIFFÉRENCE en faveur de l'hémisphère	HÉMISPHÈRES RÉUNIS
Groupes de taches	0,3	0,2	N. 0,1	0,5
Noyaux.	0,3	0,2	N. 0,1	0,5
Pores	0,3	0,4	S. 0,1	0,7
Groupes des facules seules . .	0,4	0,3	N. 0,1	0,7
Groupes des facules avec taches.	0,2	0,3	S. 0,1	0,5

(1) Pour obtenir ces moyennes, on compte une unité pour chaque jour d'observation du mois.

IV.— *Monographie des groupes observés pendant le mois de janvier 1913.*

Numéro du groupe	Première observation 1912 Déc.	Première observation à la long. par rapport au M. C. (3)	Dernière observation 1913 Janv.	Dernière observation à la long. par rapport au M. C.	Surface faculaire maxime	Surface faculaire le jour	Surface tachée maxime	Surface tachée le jour	Classification ce même jour (1)	Coordonnées héliographiques moyennes Latitude	Coordonnées héliographiques moyennes Longitude	Date du passage par le M. C.	Remarques
812	31	+28°	2	+54°0	11200	1	158	1	3n.3p.f.c p.s.	+26°5	47°0	»	Gr. double normal.
813	1913 Janv. 8	—41°	9	—55°	1200	9	24	9	2p.f.c.p.s	—3°5	206°1	»	Beaucoup de points faculaires circondent les pores.
814	13	+56°	14	+70°	650	14	40	13	n.sej.f.c.p.s.	—15°3	262°5	»	Tache très ténue.
815	16?	—61°	16	—61°	600	16	48	16	n.neb.f.c.p.s.	+23°4	106°2	»	Tache très ténue.
816	26?	—23°	27	—12°	100	26	74	27	2n.neb.5p.	—9°7	11°6	»	Gr répandu 5° en long.

Coordonnées héliographiques moyennes et surfaces moyennes.

De l'ensemble des groupes du mois	Hémisphères séparés — Nord — Lat.	Nord — Long.	Nord — Surface moyenne par groupe (2)	Sud — Lat.	Sud — Long.	Sud — Surface moyenne par groupe (2)	Hémisphères réunis, chacun avec son signe — Lat.	Long.	Surface moyenne par jour d'observations
Taches . . .	+25°3	60°4	60	—10°2	104°9	22	+19°0	77°4	20
Facules seules.	+18°7	108°1	417	— 5°9	199°7	742	+11°3	256°2	342

(1) Lisez : n. noyau; n. neb. noyau nébuleux; n. seg. noyau segmenté; p. pore; b. p. beaucoup de pores; f. facule; f. c., f. concentrique; f. s , f. qui suit; f. p., f. qui précède le centre du groupe.

(2) Pour obtenir ces moyennes on compte un groupe autant de fois que de jours il a été observé dans le mois.

(3) On compte comme négatives les longitudes W par rapport au centre du Soleil.

Février 1913.

Le mois de février a été favorable à vingt-six jours de photographie solaire ; seuls les 18 et 26 ont fait défaut. Le 18, vraisemblablement, le Soleil était vierge de taches, tandis que le 26 la photosphère devait être troublée par le groupe 817, le seul observé durant le mois.

Par son étendue et la durée de son existence, le groupe 817 doit être rangé parmi les perturbations de moyenne importance. Il a attiré cependant l'attention assez vivement par les mouvements en longitude des noyaux.

Le groupe 817 débute le 19, par un petit pore situé à 57° de longitude W héliocentrique et 30°9 de latitude.

Le 20 apparaissent deux taches nucléaires occupant une étendue en longitude de 6°. Le 21, un troisième noyau se forme à peu près au milieu des deux premiers qui tendent à s'écarter l'un de l'autre, le plus près du centre se déplaçant dans le sens de la rotation solaire, alors que l'autre s'avance vers le bord. C'est le 21 qu'a été atteint le maximum de surface, respectivement de 1,200 pour la facule et 155 pour les taches. Le 22, la séparation augmente et le noyau intermédiaire est entraîné par celui qui se rapproche du centre. Le 23 le groupe passe par le méridien central ; la surface se maintient à peu près égale et la distance des taches extrêmes atteint 9° en longitude, tandis que les latitudes restent sensiblement les mêmes.

A partir du 24 l'activité se ralentit de telle sorte qu'il ne subsiste plus, le 27, que trois petits pores. Le 28, les derniers vestiges du groupe sont absorbés à 65° de longitude est par rapport au centre du Soleil et à partir du méridien central.

Comme on le voit, le groupe 717 se classe par son importance, tant au point de vue de son étendue et de sa durée, après le groupe 810 (13 au 24 décembre 1912). Il est à remarquer encore que le siège du groupe 817 est situé 4 degrés plus haut en latitude que le groupe 812 et le précédait de 24 degrés en longitude.

L'hémisphère sud reste en calme presque absolu par rapport aux taches. Comme le groupe 817 est le seul du mois, les moyennes du mois se confondent avec celles du groupe ; quant aux facules, voici ci-dessous le résumé de leurs mesures.

	HÉMISPHÈRE NORD	HÉMISPHÈRE SUD
Moyenne diurne du nombre de groupes de facules seules.	0'2	0'1
Latitude moyenne des mêmes groupes	30°6	6°6
Longitude moyenne des mêmes groupes	42°8	188°0
Surface moyenne par groupe	300	500
	HÉMISPHÈRES RÉUNIS	
Surface moyenne par jour d'observation	100	

Mars 1913.

Le Soleil est resté en mars beaucoup plus en calme que les deux mois précédents. Aucune tache n'a été photographiée dans l'hémisphère sud ; quant à l'hémisphère nord, il n'a présenté que des indices très douteux de petits pores les 20 et 21.

Les nuages ont empêché la photographie les 18, 28 et 29, jours qui ont sans doute été marqués par le même calme photosphérique qui a régné tout le mois. Sur les vingt-huit jours d'observation, nous n'en avons trouvé que huit où les photohélio-

grammes présentaient de petits points faculaires. Les résultats de leurs mesures sont les suivants :

	HÉMISPHÈRE NORD	HÉMISPHÈRE SUD
Moyenne diurne du nombre de groupes de facules seules.	0'2	0'1
Latitude moyenne des mêmes groupes	15°2	25°1
Longitude moyenne des mêmes groupes	209°6	141°1
Surface moyenne par groupe	200	300
	HÉMISPHÈRES RÉUNIS	
Surface moyenne par jour d'observation	100	

R. DE VALDIVIA, S. J.,
Directeur de l'Observatoire astronomique de Cartuja (Grenade).

BULLETIN SISMIQUE

Juin 1913.

Quoique le nombre des tremblements de terre soit assez restreint (onze), quelques graphiques sont cependant notables.

Le n° 79 correspond au sisme destructeur ressenti à Tirnova ou Tirnovo et dans ses environs (Bulgarie) ; son aire macrosismique est énorme et s'étend, vers le N., jusqu'à Budapest et plus, et, vers le SW., jusqu'à Salonique. Le n° 80 semble en être une réplique assez sévère. Les ondes du graphique de ce dernier tremblement de terre sont un peu enchevêtrées avec celles du n° 79, lesquelles, à leur tour, masquent la fin de l'enregistrement de l'agitation produite sur le sol de Grenade par le sisme n° 78. L'épicentre de celui-ci, calculé avec Cartuja et Hambourg, nous donne $\varphi = 20°$ N, $\lambda = 99°$ W (environs de la ville de Mexico), car l'autre intersection des arcs est par 17°6 S. — 62°2 E., en plein océan Indien, au large de l'île Maurice, lieu beaucoup plus tranquille et par conséquent moins probable.

Le n° 83 a *l'air* d'un tremblement de terre italien; ceux-ci sont souvent, et par malheur, destructeurs avec des graphiques chétifs; celui-ci, quoique d'une très facile interprétation, n'est pas très notable.

D'après ce que nous a dit M. le professeur A. Costa Lobo, astronome à l'Observatoire de Coïmbre, quand nous avons eu le plaisir de le saluer à Madrid à l'occasion du récent Congrès scientifique, un tremblement de terre assez sévère, et qui correspond à notre n° 55 (4 mai), aurait été ressenti à Estremoz et dans ses environs, ce qui est en accord parfait avec ce que nous avions avancé dans le Bulletin sismique pour mai.

Selon M. G. Wilip, de Pulkovo, l'épicentre du sisme correspondant à notre n° 74, se trouverait près des îles Mariannes, par 17° N. — 144° E. et celui du 56 (8 mai) par 6° S. — 179° E (entre les îles Gilbert et Ellice, à 16500 kilomètres de notre station sismique).

EMM. Mª S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de l'Observatoire sismologique de Cartuja (Grenade).

Nos d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Caractère du mouvement	COMMENCEMENT DE			MAXIMUM			C		F	OBSERVATIONS
					P	S	L	Heure	A	T	Heure	T		
					h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	μ	s	h. m.	s	h. m.	
73	4	ENE	Bif.	I*u*	—	—	1-27-	1-36,2	16	18	—	—	—	
74	»	»	»	»	*e*10-14-0*	10-26-53	10-55-	11- 6,1 11- 8- 6	30 35	30 24	12-2	14	13- 5	△ = 12900 kilomètres. C. v. — *i* = 10 h 14 m. 9 s.
75	9	NNW	Cart.	I*v*	*e*21-34-49	—	21-35-50	21-36- 1 21-36-10	1 1 1/2	1,5 »	—	—	21-38,3	△ = 470 kilomètres.
76	11	ENE	Bif.	I*u*	—	—	6-50	7- 0,2	15	18	—	—	8-15	
77	13	»	»	»	3- 4-51	¿3-16-22	3-31	3-39- 7 3-41-13	30 20	27 24	—	—	5-29	△= ¿10750 kilomètres. *P* évident. *S* peu clair.
78	14	»	»	»	*i*8-49-23	*i*8-59-46	9-12	9-27,5	10	18	—	—	—	△ = 9250 kilomètres. Fin perturbé par le T. suivant.
79	»	»	»	III*r*	*i*9-38-26	*i*9-42-44	*i*9-43-58	9-46-55— 9-48-37+ 9-49-46+ 9-50-36+	300 340 130 200	16 14 12 12	—	—	—	△ = 2660 kilomètres. Fin perturbé par le T. suivant.
80	»	»	»	I*r*	11-38-57	11-43-16	11-44,3	11-45-18 11-47-47	18 10	18 12	—	—	13 1/2	△ = 2680 kilomètres. Fin de toute l'agitation.
81	22	»	»	I*u*	14- 3-30	14-13-48	14-24	14-31-19 14-38-32 14-42-36	50 55 45	27 29 19	16-8	—	17 1/2	△ = 10000 kilomètres. *i* = 13 h. 12 m. 1 s.
82	26	»	»	III*u*	*i*5-17-17	¿5-31-49	5-45	6-19-27— 6-41-59—	235 225	26 19	7-25	16	10- 4	△ *i* = 12570 kilomètres.
83	28	»	»	I*r*	*i*8-56-32	8-59-37	9- 1,2	9- 4-58—	19	10	—	—	9-22	△ = 1800 »

Bibliographie

GALLI, IGNAZIO. — *Stagioni e fulmini nell' anno 1912. Nota* VIII. Estr. dagli *Atti della Pontificia Accad. Rom. dei Nuovi Lincei*, 16 maggio 1913. [*Le temps et les coups de foudre pendant l'année 1912*. Extrait des *Atti della Pontificia Accad. Rom. dei Lincei*, 16 mars 1913.]

Le Prof. Galli, continue dans cette note le relevé et l'étude des cas de foudre intéressants qui sont parvenus à sa connaissance pendant l'année 1912; il examine notamment deux cas curieux de foudre en boule, l'un à Olona près de Varese (province de Côme), l'autre à Albano (province de Bergame). Au sujet des anomalies atmosphériques de 1912, il signale le curieux voile qui a obscurci le ciel dans la plus grande partie de l'Europe, de mai à octobre et spécialement en juillet et août (voy. *Ciel et Terre*, 1912, p. 362 ; 1913, p. 31, 110), mais ne partage pas la pensée que les poussières volcaniques lancées par le Katmai (Alaska) en sont la cause, les manifestations héliométriques notamment, comme l'a montré M. Eginitis (Athènes) s'étant produites dès le mois d'avril, alors que l'éruption ne s'est produite qu'en juin 1912.

The atmosphere, by A. J. BERRY, M. A. Lecturer in Chemistry at Bowning College.

Ce volume fait partie d'une série de manuels de vulgarisation édités par « Cambridge University Press » sous le nom de The Cambridge Manuals of Science and Litterature.

M. Berry, dans ce petit ouvrage de vulgarisation scientifique, a condensé tout ce qui peut être dit au sujet de l'atmosphère, tant au point de vue physique qu'au point de vue chimique et astronomique.

La table des matières indiquera au lecteur les points traités avec concision et maîtrise :

I.—Historique des temps anciens.
II.—Chimie durant la période du phlogistique.
III.—La décadence et la fin de la théorie du phlogistique.
IV.—Principaux constituants de l'atmosphère.
V.—Modernes aspects de la combustion.
VI.—Constance de la composition de l'atmosphère.
VII.—La fuite des gaz des atmosphères planétaires en accord avec la théorie cinétique des gaz.
VIII.—L'air liquide.
IX.—Les gaz inertes de l'atmosphère.
X.—La radioactivité de l'atmosphère.
XI.—La composition probable de l'air dans les premiers temps géologiques.

E. L.

Statue du Père VERBIEST, S. J.

ASTRONOME BELGE

Inaugurée à Pitthem, le 10 août 1913

En l'Honneur du P. VERBIEST, S. J.

Le dimanche 10 août a eu lieu à Pitthem, importante commune des Flandres, l'inauguration du monument élevé à la mémoire du Père Verbiest, S. J., missionnaire et astronome belge qui occupe une place marquante dans l'histoire de la Chine au XVIIe siècle.

Dès le matin, une foule nombreuse, qu'on peut évaluer à 30,000 personnes, avait envahi le village natal de l'astronome mandarin. Les enfants arboraient des écussons ornés de son portrait. Partout, aux étalages, c'étaient des cartes-vues Verbiest, éventails Verbiest, etc.

A 10 heures du matin, Mgr Waffelaert, évêque de Bruges, célébra, dans la jolie église récemment restaurée, une messe pontificale, au cours de laquelle le Père Van Mierlo, S.J., orateur d'un réel talent, fit, dans un langage élevé, le panégyrique du Père Verbiest.

Il rappela à ses auditeurs comment l'humble missionnaire flamand parvint par ses profondes connaissances astronomiques à se faire admettre et prendre en haute estime à la Cour d'un Empereur chinois, comment ces connaissances scientifiques le firent triompher de tous les obstacles et l'amenèrent ensuite aux plus hautes fonctions de l'empire.

Après une réception dans la maison communale de la localité, les autorités prenaient place à 2 heures dans la tribune officielle qui leur était réservée vis-à-vis du monument encore voilé.

On y remarquait :

MM. Poullet, Ministre des sciences, et Van de Vyvere, Ministre des chemins de fer, représentant le gouvernement belge ;

S. E. Wang Kouang Ky, Ministre de Chine à Bruxelles;

Li Hiang Hung, premier secrétaire d'ambassade ;

Li Cho Choug, secrétaire d'ambassade;

Le Père Van Dyck, professeur à l'Université de Lanchow ;

Les Gouverneurs des deux Flandres;

Les Sénateurs et Députés de la région ;

Le Comte Jacques de Lalaing, sculpteur, auteur du monument ;

Le Père Thibaut, S. J., représentant le supérieur provincial de l'Ordre des Jésuites;

M. Le Cointe, directeur du service astronomique de l'Observatoire royal ;

Le Commandant Pontus, représentant la Société d'Etudes Sino-Belge;

Une délégation du bureau de la Société Belge d'Astronomie, conduite par son Président, M. Fernand Jacobs, et composée de MM. A. Flamache, A. Damry, L. Hanappe, F. Pauwels et Th. Rival.

De nombreuses notabilités du monde scientifique belge et du mouvement expansionniste sino-belge.

Précédé d'un détachement de gendarmes à cheval, un cortège imposant, groupant près de quatre-vingts sociétés, défila à travers les rues. Les drapeaux vinrent se ranger

autour du tertre sur lequel s'élève le monument et ce fut, lorsque l'exécution de la cantate commença, un coup d'œil ravissant.

Une cantate, poème de M. l'Abbé Blondeel, musique de M. J. Valckenaere, fut chantée avec brio par un chœur de 500 jeunes gens. Le succès fut tel qu'il fallut bisser la seconde partie.

Puis s'ouvrit la série des discours :

M. Van Cauwelaert, député, fit l'éloge de l'apôtre zélé et infatigable que fut le Père Verbiest;

M. Fernand Jacobs, Président de la Société Belge d'Astronomie, après avoir déposé au nom de celle-ci une gerbe aux couleurs belges et chinoises munie de l'inscription : « A l'astronome belge, la Société Belge d'Astronomie », prononça le discours suivant :

Excellences,
Messieurs,

Après l'éloquent panégyrique que nous venons d'entendre, il semble qu'il ne reste plus rien à dire pour glorifier la mémoire du savant Jésuite dont nous inaugurons aujourd'hui la statue.

Il convient cependant que le monde astronomique accorde également un tribut d'admiration à l'astronome réputé dont l'action laborieuse se traduisit par une réorganisation éclairée des services de l'Observatoire de Péking et par un ensemble de travaux astronomiques de haute valeur.

Cet hommage si justement mérité, je suis heureux, au

nom de la Société Belge d'Astronomie, de le joindre aux louanges adressées de toute part en ce jour au Père Verbiest.

Je ne vous rappellerai pas sa carrière de lutte incessante et de labeur inlassable, d'autres l'ont déjà fait. Je me bornerai à signaler en quelques mots ses brillants titres de gloire au point de vue astronomique.

Arrivé d'un an à peine en Chine, en 1661, le Père Verbiest, à la mort de l'Empereur Xun-Chi, fut confondu dans la disgrâce qui atteignit le Père Schall, l'éminent jésuite, directeur de l'Observatoire de Péking, dont il était le collaborateur.

Accusé d'imposture et prévenu d'erreur dans le domaine scientifique, le Père Verbiest obtint de pouvoir se mesurer dans une série d'épreuves astronomiques contradictoires avec ses détracteurs. Il n'eut pas de peine à les confondre, notamment dans la célèbre expérience du gnomon, trois fois répétée avec succès. Ayant ainsi brillamment triomphé et montré de quelles fâcheuses erreurs ses détracteurs avaient affligé le calendrier chinois, il entra en complète faveur auprès du jeune Empereur Kang-Hi.

Appelé aux plus hautes dignités, nommé Directeur de l'Observatoire de Péking et Président du Tribunal des Mathématiques, il se consacra dès lors tout entier à ces hautes et délicates fonctions.

Le matériel scientifique de l'Observatoire de Péking fut renouvelé et remplacé par une série d'instruments remarquables fabriqués entièrement sous ses yeux : des

sphères armillaires, un quart de cercle, des sextants et un globe céleste de grande dimension furent ainsi établis.

Sous sa direction, les éphémérides chinoises pour deux siècles et demi furent revisées. Les éléments anticipatifs des éclipses de Soleil et de Lune, étendus à tout l'Empire Chinois, furent établis. Son activité était sans limites. Observant lui-même et faisant observer en divers points de l'Empire les principaux phénomènes astronomiques, il publiait le résultat de ses observations en même temps que ses autres travaux en une série de 33 volumes qui constituent un véritable monument scientifique pour l'époque.

Telle fut, dans ses grandes lignes, cette belle carrière, vouée tout entière, pendant plus d'un quart de siècle, au culte de la science astronomique en même temps qu'à l'Idéal religieux.

Nous nous inclinons avec respect devant cette figure si intéressante qui émerge de toute son imposante grandeur dans l'histoire de la Chine au XVIIe siècle. Le livre d'or de l'astronomie conservera dans les temps à venir la mémoire du Père Verbiest.

***

Son Excellence Wang Kowang Ky, Ministre de Chine à Bruxelles, s'exprima ensuite dans les termes suivants au nom de son gouvernement :

Monsieur le Président,
Messieurs,

Je suis heureux de pouvoir apporter à la mémoire

vénérée de l'illustre Père Verbiest, l'hommage ému et reconnaissant du peuple Chinois.

Le souvenir des talents et des bienfaits du savant Père est resté vivace dans l'histoire de la Chine : son nom y voisine avec ceux des plus illustres techniciens, penseurs et philosophes nationaux.

Tout enfant, j'avais déjà appris à respecter et à admirer l'œuvre du Père Verbiest auquel la Chine est redevable de tant de progrès scientifiques. Je me félicite, du fond du cœur, de la bonne fortune que j'ai ce jour de me trouver dans sa ville natale, en présence de ce beau monument érigé à si juste titre à sa glorieuse mémoire.

La belle statue que nous inaugurons est la preuve des liens d'amitiés qui déjà, il y a plusieurs siècles, unissaient le peuple belge et le peuple chinois : permettez-moi de dire, Messieurs, que le Père Verbiest appartenait aux deux nations.

Le savant astronome et mathématicien occupa en Chine les plus hautes fonctions à la fin du XVIIe siècle. Il fut successivement Directeur de l'Observatoire, Président du Tribunal des Mathématiques et de la Cour Suprême pour la réception des communications adressées à l'Empereur et Vice-Président du Ministère des Travaux Publics.

L'Empereur Kang-Hi récompensa les éminents services du savant membre de la Compagnie de Jésus en lui conférant la dignité de mandarin.

Je remercie Messieurs les membres du Comité de l'honneur qu'ils m'ont fait de m'inviter à cette fête inau-

gurale, je leur exprime ma gratitude pour l'occasion qu'ils m'ont ainsi offerte de me trouver au milieu d'amis de la Chine, et je garderai de ces belles heures un souvenir constant et impérissable.

*
* *

Enfin, M. Blondeel, directeur du Collège de Pitthem, remit au nom du Comité le monument à l'administration communale, ce dont M. Joos de ter Beerst, bourgmestre, le remercia chaleureusement.

D'unanimes applaudissements saluèrent le monument lorsqu'il s'offrit dégagé de ses voiles à l'admiration de la foule massée à ses pieds.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte d'après la planche VI, celui-ci a fort belle allure. En bronze, reposant sur un piédestal en granit, il représente le Mandarin belge assis dans une attitude méditative. A ses pieds se trouvent une sphère céleste et des attributs astronomiques rappelant les plus beaux titres de gloire du Père Verbiest.

Le Bureau
de la Société Belge d'Astronomie.

LA THÉORIE DE LA CHUTE DES GRAVES

(Suite et fin.)

Les recherches expérimentales de Galilée ont été faites à l'aide du plan incliné (1). Les lois de la chute d'un corps sur cet instrument sont qualitativement les mêmes que dans le cas de la chute libre. Le

(1) Mach, *loc. cit.*, p. 127 et s.

géomètre italien connaissait cette circonstance que lui avaient révélée les travaux de ses prédécesseurs et les siens propres sur la composition des forces. L'application de cette dernière théorie au plan incliné a fait l'objet des méditations des principaux savants du moyen âge, et l'origine de leurs études doit être cherchée dans les écrits de Pappus, seul géomètre de l'antiquité qui se soit occupé de cette question (1). Celui-ci suppose qu'un corps ne se met en mouvement que sous l'action d'une force finie, sans se douter que seul le frottement limite la valeur inférieure de la force. Il admet alors que le rapport de la force nécessaire au déplacement d'un corps sur un plan incliné, à la force analogue lorsque le plan est horizontal est donné par $1 : (1 - \cos\theta)$, θ étant l'angle du plan incliné avec l'horizon. Jordanus de Nemore donna, du problème, une solution exacte mais restée inconnue des géomètres de la Renaissance. Léonard de Vinci étudia la question à diverses reprises; le rapport de la composante du poids du mobile suivant la direction du plan, à ce poids lui-même est, d'après lui, égal à $tg\theta$; pour Cardan, il est égal à $\theta : \frac{\pi}{2}$. Benedetti conserva intégralement les erreurs de Léonard de Vinci, mais, chose étrange, déduisit des travaux du précurseur de Léonard, la valeur exacte de la composante du poids d'un corps astreint à se mouvoir sur un cercle vertical, suivant la tangente à ce cercle. C'est sur ce théorème que s'appuya Galilée pour obtenir la solution correcte du problème du plan incliné.

Les anciens avaient baptisé la composante du poids d'un corps suivant sa trajectoire du nom de « gravité *secundum situm* ». Celle-ci croît lorsque l'angle de la tangente avec la verticale diminue. Blaise de Parme et les ***Auctores de Ponderibus*** en ont déduit cette proposition singulière que plus un corps est éloigné du centre de la Terre, plus il est lourd ***secundum situm.*** De telles aberrations ont pris fin quand ont été connues les recherches de Newton.

6.—Les lois de Galilée ne fournissent qu'une première approximation du mouvement réel de chute ou, si l'on veut, que la partie principale de v et de s. Elles contiennent un facteur de proportionnalité dont le rôle est très important. On peut déduire des raisonnements du géomètre italien, bien que celui-ci ne l'ait pas fait explicitement, les deux relations : $v = Kt$; $s = \frac{1}{2} Kt^2$. Il résulte ensuite des expériences

(1) Duhem, *Les origines de la statique*, t. Ier.

de Newton faites à l'aide du tube vide d'air que K est le même pour tous les corps (1); ce que l'on peut encore exprimer en disant que, dans le vide, tous les corps tombent également vite. Cette conclusion, nous l'avons vu, avait été pressentie par Galilée.

La signification mécanique de K, c'est-à-dire l'assimilation de cette quantité à g, ne peut être découverte qu'en faisant appel aux principes de la dynamique, établis en grande partie par Newton. Nous aurons encore cette proposition qui n'est que la précédente mise sous une autre forme : la pesanteur ne dépend pas de la nature chimique du corps sur lequel cette force s'exerce.

Les expériences faites à l'aide du tube de Newton fournissent une première vérification de cette loi, mais très grossière. Auparavant d'ailleurs, Newton (2) l'avait déjà contrôlée, comme le fit plus tard Bessel (3), en faisant osciller des pendules de nature chimique différente, mais d'aspect extérieur identique. Soient A_1, A_2, A_3,... différents corps; g_1, g_2, g_3,... les valeurs de g correspondantes; posons, en outre $\left|\frac{g_i-g_K}{g_i}\right| = \lambda_{iK}$; les expériences de Newton ont montré que l'on avait $\lambda_{iK} < \frac{1}{1,000}$, et celles de Bessel ont conduit à $\lambda_{iK} < \frac{1}{60,000}$.

De nouvelles expériences ont été effectuées par M. von Eötvös (4) à l'aide de balances de torsion. En raison de leur importance et de leur nouveauté, nous les ferons connaître sommairement. Remarquons d'abord que si la pesanteur g varie avec la nature du corps, il en est de même de la gravité G, la force centrifuge étant constante pour un même point de la surface terrestre. En un point C de cette surface, plaçons un corps déterminé et soient $CD=G$, $CF=C$, $CE=g$ les vecteurs représentatifs de la gravité, de la force centrifuge et de la pesanteur. Désignons par φ et ε les angles de EC avec l'équateur et de CD avec CE. Supposons maintenant qu'on place en C un autre corps et soient G_1, g_1, ε_1 les quantités correspondantes. Posons $g = G + n$, $g_1 = G_1 + n_1$, n et n_1 étant très petits. Le vecteur C ayant une direction et une longueur invariables, on pourra écrire

---

(1) *Principia...*, édition de Pemberton, 1726.

(2) *Principia...*, première édition, 1686.

(3) Ac. de Berlin, *Mémoires*, 1830.

(4) Congrès de physique, Paris, 1900, *Mémoires*, t. III, p. 371 ; — *Compte rendu de l'Association géodésique*, 1910, vol. Ier, p. 319.

$(G + n) \sin \varepsilon = (G_1 + n_1) \sin \varepsilon_1$ ou plus simplement $G\varepsilon = G_1\varepsilon_1$. D'où approximativement $\varepsilon_1 - \varepsilon = -\frac{G_1 - G}{g}\varepsilon$. Une valeur moyenne de ε peut, par exemple, être obtenue en appliquant les formules de Helmert à l'ellipsoïde de Bessel. La formule précédente devient $\varepsilon_1 - \varepsilon = - k\varepsilon$, si l'on écrit : $G_1 = G(1 + k)$, $G = g$. Suspendons deux corps différents à la balance de torsion, le balancier étant orienté dans le sens EW. Si G_1 est différent de G, il se produira une torsion qui aura lieu en sens inverse par retournement du balancier. En opérant de cette manière, M. von Eötvös est parvenu aux résultats suivants :

Laiton, verre, antimoine,... : $k < \frac{1}{20{,}000{,}000}$

Platine, cuivre,... : $k < \frac{1}{100{,}000{,}000}$

Les expériences de Newton et surtout celles de Bessel ont porté sur un grand nombre de corps différents et, en particulier, sur des corps magnétiques. Les résultats obtenus conduisent donc à cette conclusion, que le magnétisme terrestre n'exerce aucune action appréciable sur un pendule oscillant ou sur un corps qui tombe (1); il ne constitue donc pas une circonstance dont il faille tenir compte dans l'étude de la chute des graves. Des perturbations sensibles pourront toutefois se manifester si un corps aimanté tombe dans un champ magnétique, ou inversement si un corps magnétique se meut dans les environs de masses aimantées. On calculera aisément ces perturbations à l'aide des méthodes usuelles.

Prenons maintenant un système d'axes $Oxyz$ orthogonaux, invariablement liés à la Terre, Oz coïncidant avec la verticale de O et étant dirigé vers le bas, Ox vers le sud et Oy vers l'est. Nous pourrons définir en première approximation le mouvement du centre de gravité d'un grave situé dans le domaine de O, à l'aide des équations :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 0, \quad \frac{d^2y}{dt^2} = 0, \quad \frac{d^2z}{dt_2} = g, \qquad (1)$$

g étant la pesanteur en O.

7.—Les lois de Galilée ne sont exactes que dans le vide, bien qu'elles conservent leur forme lorsque la chute se fait dans un milieu dépourvu

(1) Tyndall a fait la même constatation, *L'Institut*, 1851, t. XIX, p. 303.

d'inertie et de viscosité. Elles doivent être modifiées quand on tient compte de la présence de l'air. Si l'on n'envisage que la perte de poids due à la pression du fluide, seule perturbation connue jusqu'à Galilée, on est conduit à cette loi énoncée pour la première fois par Benedetti (1) : les vitesses d'un même mobile, tombant pendant le même intervalle de temps dans deux milieux de densités différentes, sont proportionnelles aux poids du mobile dans ces milieux. Voici d'ailleurs l'énoncé du savant italien : *Velocitatem motus naturalis alicuius corporis gravis in diversis mediis proportionatam esse ponderibus eiusdem corporis in iisdem mediis.* Aristote et ses commentateurs médiévaux avaient admis que ces vitesses étaient inversement proportionnelles aux densités des milieux (2); ce qui les a directement conduit à cette propriété citée plus haut, que dans le vide la vitesse d'un corps est infinie.

Dans le dialogue *De motu*, Galilée énonce la loi suivante : dans un même milieu, deux mobiles de même volume tombent avec des vitesses qui sont entre elles comme les excès des pesanteurs spécifiques des mobiles sur la pesanteur spécifique du milieu. Cette loi n'est pas exacte, car elle ne tient pas compte du rapport des masses des corps. Cette erreur est d'ailleurs compréhensible, la notion de masse ayant été signalée pour la première fois par Newton. La loi énoncée par Galilée n'est qu'une application habile du principe d'Aristote affirmant la proportionnalité de la force à la vitesse.

L'ascension des vapeurs et des gaz est causée par la perte de poids régie par le principe d'Archimède. La physique antique et médiévale distinguait cependant des corps graves en soi et des corps légers en soi; elle voyait même dans l'ascension de ceux-ci une manifestation de l'attraction luni-solaire. Les travaux de Benedetti ont fait connaître la véritable origine de ce phénomène.

Les anciens n'ont pas tenu compte explicitement de la résistance du fluide. L'influence de celle-ci se manifeste de façon frappante dans la forme des trajectoires des projectiles. La singularité présentée par ces courbes a été expliquée par Galilée (1638), qui remarqua en outre que la résistance de l'air a pour effet de diminuer la vitesse. Riccioli (3)

---

(1) Le principal ouvrage de Benedetti est intitulé : *Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber* (1585).

(2) *Physica*, IV, p. 8.

(3) Brillouin, *Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz*, p. 2.

(1650), étudiant la chute libre de divers corps, observa que cette diminution croît avec la densité du milieu et avec l'inverse du poids spécifique du mobile, sans cependant indiquer une proportionnalité. Mariotte (1679) admit implicitement que la résistance était proportionnelle à la simple vitesse. Newton (1), étudiant théoriquement diverses lois de résistance, constata expérimentalement que celle-ci était bien représentée par KV^2, dans le cas des mouvements rapides, et que l'on avait en outre $K = \mu D$, D étant la densité du fluide, et μ un coefficient numérique.

La loi adoptée par Newton est devenue classique (2). Si l'on tient compte de la résistance de l'air dans les équations du mouvement d'un corps qui tombe librement, on est conduit à la formule $z = \frac{k^2}{2g} \log \frac{k^2}{k^2 - V^2}$ z étant l'espace parcouru en un temps t et V la vitesse correspondante ; k^2 est une constante intervenant dans l'expression de la résistance de l'air, soit $-\frac{gV^2}{k^2}$. On déduit de cette formule, dans l'hypothèse d'une pesanteur constante, que la vitesse tend à devenir uniforme quand z augmente et que V est une fonction croissante de z. Si donc un même mobile tombe de deux hauteurs différentes sur le sol, l'empreinte qu'il y imprimera sera d'autant plus profonde que la hauteur de chute sera plus grande. Ce résultat, exact pour une chute dans le vide, reste donc vrai lorsque l'on tient compte de la résistance de l'air. Il avait été nié par Galilée et les académiciens del Cimento, qui croyaient que V était une fonction décroissante de z.

Les trajectoires des différents points du grave restent des droites parallèles à la direction de la pesanteur. Cette conclusion doit être modifiée si l'on étudie la chute de corps dont la longueur et la largeur

(1) *Principia...*, édition de 1686 et édition de Côtes, 1713.

(2) On a proposé diverses lois plus compliquées. Les suivantes, relatives au mouvement des projectiles de l'artillerie, peuvent s'appliquer dans une certaine mesure à la chute libre des graves :

Formule de Siacci :

$$R = C \left[0{,}2002\, V - 48{,}05 + \sqrt{(0{,}1648\, V - 47{,}95)^2 + 9{,}6} + \frac{0{,}0442\, V\, (V - 300)}{371 + \left(\frac{V}{200}\right)^{10}} \right]$$

Formule de Chapel :

$$R = C\,(0{,}365\, V - 96)$$

C dépend de la forme du projectile.

sont très considérables par rapport à l'épaisseur. Considérons le cas des surfaces planes. Si φ est l'angle de la normale au plan avec la verticale et S la surface du corps, on peut, avec Newton et Euler, écrire l'expression de la résistance sous la forme $R = KSV^2 \sin {}^2\varphi$. Les recherches récentes sur la stabilité des aéroplanes ont conduit à des lois plus compliquées. Un fait important, mis expérimentalement en évidence, est que la résistance n'est ni normale au plan, ni parallèle à la direction de la pesanteur, sauf dans certains cas particuliers. Ainsi s'expliquent les trajectoires capricieuses suivies, même en air calme, par les corps minces qui tombent. Il est presque superflu d'ajouter que ces considérations ne s'appliquent qu'au cas où l'état du fluide dans lequel se fait la chute dépend uniquement de l'altitude.

8.—L'influence de la rotation de la Terre sur la chute des graves a été mise expérimentalement en évidence. La résistance de l'air ne modifiait que la vitesse du corps; la rotation de la Terre a pour effet de faire varier simultanément la vitesse et la trajectoire.

Cette perturbation du mouvement de chute a été soupçonnée dans l'antiquité et au moyen âge, en particulier par Aristote et Tycho-Brahé. Hooke, Newton et Désaguliers ont effectué, sans succès d'ailleurs, diverses recherches expérimentales à l'effet de la mettre en évidence. D'Alembert a, le premier, donné le calcul exact de la déviation des graves (1). Laplace a refait le calcul en partant du principe de d'Alembert et en se servant de coordonnées semi-polaires rapportées au centre de la Terre (2). Les formules usuelles s'obtiennent très simplement si l'on part des équations du mouvement relatif.

On sait que par rapport aux axes mobiles définis plus haut, la trajectoire du centre de gravité d'un corps qui tombe est donnée par les équations :

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \left(\chi - \xi\right) + 2k\,\frac{dy}{dt};\ \frac{d^2y}{dt^2} = \left(Y - \eta\right) - 2\left(k\frac{dx}{dt} - k'\frac{dz}{dt}\right);$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \left(Z - \zeta\right) - 2\,k'\frac{dy}{dt}. \qquad (2)$$

où X, Y, Z sont les composantes de la gravité au point xyz ; ξ, η, ζ, celles de la force centrifuge au même point; $k = \omega \sin \varphi$, $k' = \omega \cos \varphi$, ω étant la vitesse angulaire de rotation de la Terre et φ la latitude vraie

(1) Houzeau, *Vade-mecum de l'astronome*, p. 511.

(2) *Mécanique céleste*, 1805, t. IV, p. 294.

de l'origine des axes. Ces équations bien connues ont été établies géométriquement par Résal (1).

En pratique on pose $X - \xi = 0$, $Y - \eta = 0$, $Z - \zeta = g$, g étant la pesanteur en O. En intégrant et en disposant des constantes arbitraires de telle sorte que $x = y = z = \frac{dx}{dt} = \frac{dy}{dt} = \frac{dz}{dt} = 0$ pour $t = 0$, on trouve :

$$x = 0;\ y = k' \frac{g}{3} t^3;\ z = \frac{g}{2} t^2. \qquad (3)$$

La courbe décrite par le centre de gravité du mobile a donc pour équation $y = \frac{4}{3} \frac{k'}{\sqrt{2g}} z^{\frac{3}{2}}$.

Des expériences de chute libre, destinées à vérifier les formules précédentes, ont été effectuées par Guglielmini (1791), Benzenberg (1802 et 1804), Tudini (1814) et Reich (1832). Les expériences de Reich, qui paraissent les plus précises, ont donné une déviation orientale de 0,0284 m. et une déviation australe de 0,0044 m., pour une hauteur de chute de 158 m. La première valeur concorde suffisamment avec la valeur théorique déduite des équations (3). La seconde en diffère complètement. Cette discordance a été signalée par Gilbert. M. de Saint-Germain a tâché d'expliquer cette anomalie en considérant un champ variable de la pesanteur et des surfaces de niveau ellipsoïdales, mais sans parvenir à un résultat satisfaisant. Nous dirons plus loin un mot de ces recherches.

Tout récemment, au Congrès des mathématiciens de Cambridge, le P. Hagen (2) a fait connaître un procédé inédit et remarquable pour étudier la chute des graves à l'aide de la machine d'Atwood.

Son appareil se compose d'une machine d'Atwood de 23 mètres de hauteur, dont le poids moteur est d'environ 50 grammes, et dont le poids résistant est égal aux 3/4 de ce dernier. La chute se fait dans un tube afin d'éviter les courants d'air. Ce tube est percé d'une ouverture pour permettre l'observation de la chute à l'aide d'un théodolite. Un réticule à fils mobiles se trouve à l'oculaire de la lunette. Un fil vertical de ce réticule coïncide dans le champ de vision avec la direction de la verticale passant par le point initial de la trajectoire du

(1) *N. Ann. de Math.*, 1872, p. 348.

(2) Voy. G. Gianfranceschi, S. J., « La rotazione della Terra e la macchina di Atwood », *Rivista di Fisica*, novembre 1912.

poids moteur. Il n'est pas possible, en raison de la rapidité de la chute, d'observer le passage de ce poids dans le champ; mais on observe le fil convenablement éclairé, et l'on fait coïncider avec lui un second fil vertical. On peut alors calculer la déviation, connaissant la distance des deux fils verticaux et la distance de l'observateur à l'appareil.

A cette expérience quantitative et précise on peut adjoindre une expérience qualitative et saisissante. Sitôt la chute arrêtée, le fil oscille et la première oscillation se fait précisément de l'est à l'ouest; preuve manifeste que le fil ne coïncide pas avec la verticale et qu'il a éprouvé une déviation orientale.

Le P. Hagen a observé dans les sens NS. et EW. Il a obtenu les résultats suivants :

Direction.	Nombre d'observations.	Grandeur de la déviation en mm.	Erreur probable d'une observation.
Sud	22	$+0{,}010 \pm 0{,}027$	$\pm 0{,}128$
Est	66	$+0{,}899 \pm 0{,}027$	$\pm 0{,}217$

Le mouvement du poids moteur est le même que celui d'un mobile de masse unitaire dont l'accélération g est retardée par une force f. L'accélération γ de la masse, dirigée suivant la direction du fil, est définie par $\gamma_x + f_x = 0$; $\gamma_y + f_y = 0$; $\gamma_z + f_z = g$. On peut poser en première approximation $f = g - \gamma$, et si l'on suppose qu'à l'origine du mouvement, le mobile coïncide avec l'origine des axes, on pourra écrire avec une approximation suffisante :

$$\gamma_x = -(g-\gamma)\frac{x}{z};\ \gamma_y = -(g-\gamma)\frac{y}{z};\ \gamma_z = g-(g-\gamma) = \gamma.$$

Introduisons ces valeurs dans les équations (2) et négligeons les vitesses suivant les axes ox et oy :

$$x'' = -(g-\gamma)\frac{x}{z};\ y'' = -(g-\gamma)\frac{y}{z} + 2k'z';\ z'' = \gamma. \qquad (4)$$

Ce sont les équations du P. Hagen. γ est une quantité variable. Nous avons démontré (1) qu'en l'absence de toute force perturbatrice on avait $\gamma = (p + 2\,\mathrm{N})\,\frac{g}{\mathrm{A}}$, p étant la différence entre le poids moteur et le poids résistant, N le poids du fil compris entre le poids moteur et l'origine des axes et A une constante dépendant du poids de l'appa-

(1) Ch. François, « Sur la machine d'Atwood », *Ciel et Terre*, novembre 1912.

reil mobile. Les équations (4) sont vérifiées par l'intégrale particulière suivante :

$$x = o ; y = \frac{\gamma^2_0}{2\gamma_0 + g} k' t^3 ; z = \frac{1}{2} \gamma_0 t^2 ;$$

γ_0 étant une valeur moyenne de γ. Si l'on pose $\varphi = 41^0 54'$; k' 0,00005426 ; $\gamma_0 = 0{,}388$; $t = 10''48$, on trouve $x = 0{,}000$ mm. ; $y = +\, 0{,}889$ mm. La première valeur représente la déviation théorique vers le sud ; la seconde, cette déviation vers l'est. L'accord des valeurs théoriques et expérimentales est donc satisfaisant.

Il serait désirable que de nombreuses expériences de chute libre et de chute retardée vinssent apporter de nouveaux documents à l'étude de ce problème.

Signalons en terminant ce paragraphe, une illustration mécanique (1) de la trajectoire suivie par un corps qui tombe dans un champ constant.

Rapportons la Terre à un système d'axes $oxyz$ invariablement liés à sa masse, oz étant dirigé suivant l'axe de rotation et vers le Nord. Désignons par M le point initial de la trajectoire ; par φ la latitude vraie en M, que l'on suppose constante dans tout le domaine de chute ; par ox, l'intersection de l'équateur avec le plan (oz, M) ; par oy, la perpendiculaire à ox vers l'ouest dans le plan de l'équateur. Les équations du mouvement sont alors

$$x'' = -g \cos \varphi - 2\omega y' ; \; y'' = 2\omega x' ; \; z'' = -g \sin \varphi \qquad (5)$$

Elles se déduisent sans peines des équations (2). Si l'on désigne par A, B, C, D, E, α, six constantes arbitraires, les intégrales des équations (5) sont données par :

$$x = \mathrm{A} \cos (2\omega t + \alpha) + \mathrm{B} ; \; y = \mathrm{A} \sin (2\omega t + \alpha) - \frac{g \cos \varphi}{2\omega} t + \mathrm{C} ;$$

$$z = -\frac{1}{2} g \sin \varphi t^2 + \mathrm{D}t + \mathrm{E}$$

Résal interprète la trajectoire en la rapportant au système d'axes parallèles à l'ancien et dont l'origine a les coordonnées :

$$x = \mathrm{B} ; y = \mathrm{C} - t \frac{g \cos \varphi}{2\omega} ; \; z = \mathrm{E}$$

(1) Due à Résal, N. A., 1872, p. 433.

9. — Comme nous l'avons dit plus haut, les recherches expérimentales tendent uniquement à contrôler les formules (3). Le champ de la pesanteur est considéré comme constant, et l'approximation à laquelle on se borne est de l'ordre de ω.

Les recherches purement théoriques vont plus loin ; l'approximation demandée est alors de l'ordre de ω^2, ou même d'ordre supérieur. A cet effet, on introduit les variations de la gravité, c'est-à-dire de l'attraction terrestre, et celles de la force centrifuge. Mais une difficulté se présente : les lignes de force ne sont plus des droites parallèles, mais des courbes; pour définir la déviation quand le mobile a parcouru un espace h, on considère un fil à plomb de même longueur, attaché au point avec lequel coïncidait le mobile à l'instant initial, et l'on détermine la position du mobile par rapport à l'extrémité libre.

M. de Sparre (1) a admis que la gravité variait en raison inverse du carré de la distance du mobile au centre de gravité de la terre. On déduit de ses formules que la déviation australe n'est pas la même suivant que le corps tombe du sommet d'une tour sur la terre, ou d'un point de la surface terrestre au fond d'un puits. Cet énoncé est en défaut, comme l'a montré M. Fouché, lorsque la surface terrestre est de niveau pour la pesanteur. M. de Sparre a repris et amélioré l'analyse de ce dernier géomètre.

M. de Saint-Germain (2) a admis que les surfaces de niveau de la gravité étaient des ellipsoïdes de révolution autour de l'axe de rotation terrestre et de même aplatissement. Les composantes de la gravité en un point par rapport aux axes sont alors des fonctions linéaires des coordonnées du point. M. Rudzki (3) a fait remarquer que si l'on considère la variation de la pesanteur, infinitésimale dans le domaine de chute, il faut aussi tenir compte de l'attraction luni-solaire, ces deux quantités étant approximativement du même ordre. Or, Puiseux (4) a introduit les composantes de l'attraction luni-solaire dans ses formules, longtemps avant la remarque de M. Rudzki. En faisant la même hypothèse que M. de Saint-Germain, il est arrivé aux résultats suivants : Désignons par x, y, z, les coordonnées du mobile au temps t; par x', y', z', les coordonnées de l'extrémité libre d'un fil à

(1) *Bull. de la Soc. math. de France*, 1905, t. XXXIII, p. 65 et 146.
(2) *Nouv. Ann. de math.*, 1883, 3e série, t. II, p. 542.
(3) *Bull. de la Soc. math.* 1906, t. XXXIV, p. 163.
(4) *Ann. de l'Ec. norm. sup.*, 1872, p. 43.

plomb de longueur z, suspendu à l'origine des axes, et supposons qu'à l'instant initial le mobile coïncide avec cette origine. On a :

$$x - x' = \left(2\omega^2 - \frac{5}{6} n^2\right) \sin 2\varphi ; \; y - y' = \frac{2\,\omega \cos \varphi}{3} \sqrt{\frac{2}{g}}\, z^{\frac{3}{2}}$$

avec :

$$n = \omega^2 \left(\frac{\omega}{\lambda} - \frac{1}{2}\right),$$

ω étant l'aplatissement de la surface terrestre et λ le rapport de la force centrifuge à la gravité équatoriales. On a aussi :

$$x' = -\frac{Hz + Ez^2}{g}; \; y' = \frac{Iz}{g},$$

H, I étant les composantes de l'attraction luni-solaire suivant ox et oy; on pose en outre : $E = e + \omega^2 \sin \varphi \cos \varphi$, avec $e = \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$, U étant le potentiel de la gravité.

Bour (1) a donné une illustration mécanique de la trajectoire dans le cas où l'on considère la gravité G comme constante et la force centrifuge comme variable. Cette interprétation n'est au fond d'aucune utilité, car les deux forces précédentes doivent être considérées simultanémemt comme constantes ou comme variables. Les équations (5) deviennent, si l'on met la force centrifuge en évidence :

$$x'' = -G \cos \varphi + \omega^2 x - 2\omega y' ; \; y'' = \omega^2 y + 2\omega x'$$
$$z' = -G \sin \varphi.$$

Par intégration on obtient l'équation de la trajectoire. Rapportons celle-ci à d'autres axes $o'\,x'\,y'\,z'$, issus d'un point o' pris sur ox et tel que $oo' = \frac{G \cos \varphi}{\omega^2}$, $o'\,z'$ étant parallèle à oz et $o'\,x'$ faisant avec ox l'angle $\omega t + \beta$, β étant une constante; l'axe $o'\,y'$ fera avec ox l'angle $\omega t + \beta + \frac{\pi}{2}$. Par rapport à ces axes, le grave semble se mouvoir sur une parabole tournant autour d'une droite parallèle à son axe de symétrie.

---

(1) LIOUVILLE, 1862.

10. — L'hypothèse faite par Puiseux et de Saint-Germain concorde avec l'expérience. Les composantes de la pesanteur suivant les axes sont en effet données par :

$$X = A_{11}x + A_{12}y + A_{13}z\,; \quad \mu = A_{21}x + A_{22}y + A_{23}z\,;$$
$$Z = g + A_{31}x + A_{32}y + A_{33}z. \qquad (6)$$

g étant la pesanteur en O et les A_{ik} des constantes (1). On a, en outre, $A_{ki} = A_{ik}$ et $\Sigma A_{ii} = 2\omega^2$. Les coefficients A_{ik} sont déterminables expérimentalement. Sauf A_{33}, ils représentent la variation d'une force dans un plan horizontal et sont donc susceptibles d'être mesurés par une balance de torsion : c'est ce qu'ont fait MM. von Eötvös (2) et Brilloin (3). Le coefficient A_{33} représente en première approximation le gradient vertical de la pesanteur. On peut le mesurer à l'aide d'une balance ordinaire dont les plateaux sont à des niveaux différents. Des tentatives en ce sens ont été faites par Richarz et Krigar-Menzel, Scheel et Diesselhorst (4), Jolly (5) et Keller (6).

Si, dans les équations (2), on substitue aux termes $(X - \xi)$, $(Y - \eta)$, $(Z - \zeta)$, les expressions (6) et si l'on tient compte de la résistance de l'air, on aura dans un domaine assez étendu ayant O comme centre, une approximation très satisfaisante des équations du mouvement réel. Mais dans un domaine plus étendu, tel que celui où se sont effectuées les expériences de Reich, ces équations ne constituent qu'une première approximation et même assez grossière. La vérification expérimentale dans l'un et l'autre cas permettra, dans une certaine mesure, d'étudier l'influence de la résistance de l'air sur le mouvement des graves et la répartition approchée de la pesanteur dans le domaine de chute.

CHARLES FRANÇOIS.

---

(1) Voy. CH. FRANÇOIS, « La détermination expérimentale de la courbure du géoïde », *Bulletin de l'Association des É. des Écoles spéciales*, Liége, novembre 1912.

(2) *Wied Ann.*, 1896, LIX, p. 354 ; *Comptes rendus de l'Association géodésique*, Budapest, 1906. Annexe A, XIX, p. 337.

(3) *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de Paris*, t. XXXIII, 1908, n° 3.

(4) CHWOLSON, *Traité de physique*, t. Ier, fasc. 1er, p. 386.

(5) *Abh. der K. Bayer. Akad.*, t. XIII, I Abt., p. 155 ; t. XIV, II Abt., p. 1.

(6) *Atti della R. Ac. dei Lincei*, 1880-81, vol. IX, p. 103.

Bulletins mensuels

BULLETINS DE L'ACTIVITÉ SOLAIRE

Avril, mai, juin 1913.

Après l'absorption du groupe 818, arrivée le 7 avril, l'activité photosphérique du Soleil, par rapport aux taches et aux facules, est entrée dans un calme profond et extrêmement prolongé. En effet, pendant nonante-quatre jours, il nous a été donné d'observer l'hémisphère visible du Soleil entièrement dépouillé de taches, observation qui a d'autant plus d'importance et d'intérêt que rares ont été les jours où le mauvais temps nous a empêché l'examen du disque solaire. De plus, cet examen, quand le temps l'a permis, a été répété deux fois le jour. Les dates de ciel complètement couvert sont les suivantes : 11 et 13 avril, 28 mai et 13 juin.

Pour la moyenne diurne du nombre de facules sans taches, de ces trois mois, nous trouvons les chiffres suivants :

Moyenne diurne du nombre de facules seules :

MOIS	HÉMISPHÈRE NORD	HÉMISPHÈRE SUD	DIFFÉRENCE EN FAVEUR DU
Avril	0,11	0,26	Sud 0,15
Mai	0,13	0,03	Nord 0,10
Juin	0,10	0,13	Sud 0,03

Comme on le voit, ces nombres sont très réduits, puisqu'ils ne correspondent qu'à une vingtaine de groupes de facules par moitié sur l'hémisphère nord et sur l'hémisphère sud.

Les réductions des mesures faites au macromicromètre donnent les valeurs suivantes pour la surface et les coordonnées héliographiques du groupe 818 et des groupes de facules photographiées au cours des trois mois :

Nous remarquons dans ce tableau qu'il existe une tendance très accentuée des groupes faculaires à apparaître vers les hautes latitudes et à augmenter de surface. Or, comme nous avons eu souvent à le constater, les facules présentant ces caractères sont les prodromes des taches; il y a donc tout lieu de croire que les prochaines manifestations de l'activité solaire se maintiendront de préférence dans les hautes latitudes des deux hémisphères.

R. DE VALDIVIA, S. J.,
Directeur de l'Observatoire astronomique de Cartuja (Grenade).

Monographie des groupes observés pendant le mois d'avril 1913.

Numéro du groupe	Première observation		Dernière observation		Surface et nature					Coordonnées héliographiques moyennes		Date du passage par le M.C.	Remarques
	Date	à la long. par rapport au M.C.	Date	à la long. par rapport au M.C.	Surface faculaire maxime	Surface faculaire le jour	Surface tachée maxime	Surface tachée le jour	Classification ce même jour (1)	Latitude	Longitude		
818	5	+21°8	6	+35°5	250	6	45	6	2n.neb.7p. f.c p.s.	—2°8	242°8	»	Gr. double dont les noyaux se repoussent.

Coordonnées héliographiques moyennes et surfaces moyennes.

De l'ensemble des groupes de facules seules des mois	Hémisphères séparés: Nord Lat.	Nord Long.	Nord Surface moyenne par groupe (2)	Sud Lat.	Sud Long.	Sud Surface moyenne par groupe (2)	Hémisphères réunis, chacun avec son signe: Lat.	Long.	Surface moyenne par jour d'observations
Avril	18°3	191°5	200	13°3	219°9	136	— 0°4	208°9	55
Mai	26°9	249°7	125	39°7	92°1	200	+ 7°2	204°7	23
Juin	36°1	47°8	233	48°6	191°5	85	+ 13°8	85°6	36

(1) Lisez : n. noyau; n. neb. noyau nébuleux; n. seg. noyau segmenté; p. pore; b. p. beaucoup de pores; f. facule; f. c., f. concentrique; f. s., f. qui suit; f. p., f. qui précède le centre du groupe.

(2) Pour obtenir ces moyennes on compte un groupe autant de fois que de jours il a été observé dans le mois.

BULLETIN SISMIQUE

Juillet 1913.

Le nombre des tremblements de terre enregistrés par nos sismographes a été de quatorze, dont deux seulement sont des plésiosismes. Un de ces derniers, le nº 86, à été ressenti à Alicún (Prov. d'Almeria) et à Sopotújar (Grenade), villages assez voisins et situés tous deux entre la *Sierra Névada* et celle de *Gâdor*.

Les graphiques des télésismes sont presque tous peu intéressants à cause de leur faiblesse; ils donnent lieu à une grande difficulé d'interprétation, aggravée par les barosismes et des oscillations plus lentes, dues à des coups de vent qui agitent des arbres plantés à peu de distance de notre Station Sismologique. Plusieurs d'entre eux cependant, méritent qu'on s'y arrête quelques instants.

Le nº 93, ressenti dans le Wurtemberg, malgré la situation de son épicentre qui est entouré par de nombreuses stations sismologiques, dont plusieurs de premier rang, est caractérisé par un *P* excessivement faible, même pour celles situées à moins de 500 kilomètres. Par contre, *S* apparaît comme *i* évident, même à Cartuja (Grenade) située à quelques 1 600 kilomètres.

Le nº 87 doit avoir été ressenti vers 34°8 N. — 26°2 E, c'est-à-dire, dans l'île de Crète ou de Candie, surtout dans sa portion SE, où se trouve le point épicentral cité, que nous avons calculé par le procédé stéréographique en nous aidant de nos sismogrammes et de ceux de Hambourg et de Vienne.

Le nº 83 (28 juin) est un sisme italien, comme nous l'avions annoncé, guidés seulement par l'aspect de ses graphiques et par la distance de l'épicentre (1 800 kilom.). A Cosenza (Calabre méridionale), à 1 860 kilomètres de Cartuja, et dans ses environs il a causé d'importants dégâts et des blessures plus ou moins graves à de nombreuses personnes.

Le nº 81 (22 juin) est un tremblement de terre des Aléoutiennes occidentales (îles des Rats = Kyska, Amtschitka...) avec φ = 52°0 N et λ = 178°2 Gr. L'accord entre nos observations et celles d'Ottawa, Pulkovo et Vienne, démontré par l'intersection punctiforme, ou peu s'en faut, des arcs de cercle dans le procédé stéréographique est parfait. L'heure du tremblement de terre a dû être : 13 h. 50 m. 14 s., 15 s., 16 s., 19 s., 19 s., 23 s., d'après les *Laufzeit* Zoeppritz-Geiger et les *P* et $\triangle$ respectifs de Pulkovo, Cartuja, Hambourg, Graz, Ottawa et Vienne.

EMM. Ma S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de la Station sismologique de Cartuja (Grenade).

N° VII (Juillet 1913).

Station sismologique de Cartuja (Grenade).

N° d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Caractère du mouvement	COMMENCEMENT DE			MAXIMUM			C		F	OBSERVATIONS
					P	S	L	Heure	A	T	Heure	T		
					h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	μ	s	h. m. s.	s	h. m.	
84	2	ENE	Bif.	I*v*	*i* 4-49- 3	—	*i*4-49-12	4-19-16—	52	1,0			4-52,4	△ = 70 kilomètres.
85	»	»	»	I*r*?	*e*9·(6,2)	—	9-10,4	9-11-42	6	9			9-22	
								9-15- 9	4	7				
86	4	»	»	I*v*	5-39- 8	—	5-39-15	5-39-15	30	1,0			5-43	△ = 54 »
								5-39-19	15	1,0				
87	6	»	»	I*r*	*i*9-10-49	*i* 9-15- 6	9-18-18	9-23-36	16	12			9-42	△ = 2 460 »
								9-25-20	14	12				
								9-27-12	17	13				
88	»	»	»	I*u*	*e*16-22-0?	16-34- 2?	17- 6	17-19,5	10	20			19*ca*	△ = ¿ 9 310 »
89	7	»	»	»	*e*17-56- 6	18- 6-32?	18-27	18-47,6	25	24			20,1	
								19- 9,0	8	17				
90	8	»	»	»	22-27-49	—	23-12	23-27,1	15	20			—	
91	9	»	»	»	—	—	*e*(0-44)	0-53	15	16			1 1/2	
92	12	»	»	»	*e*10-37-17?	*e*10-48-47	11-20	11 24-24	30	19			13 1/4	△ = ¿ 10 730 »
93	20	»	»	I*r*	*e*12-11- 1	12-13-39	13-14,1	12-14-20	6	8				△ = 1 560 »
													12-25	*i* = 12 h. 13 m. 1 s.
94	25	»	»	I*u*	*i*13-49-36	*e*13-59-36	14- 9	14-18,6	—	20*ca*			15 1/4	△ = 8 800 kilomètres.
95	26	»	»	»	*e*(19-57-49)	*e*20- 4-35	*i*20- 6,3	20- 7-15	20	16			20-36	△ = ¿ 5 300 »
96	28	»	»	»	*i* 5-52- 4	*i* 6- 2-38	6-10	6-25-57	42	21			7 1/2	△ = 9 470 »
97	»	»	»	»	*i*12-17- 6	—	12-57	13-21,9	20	20			15	*e* = 12 h. 17 m. 0 s. Bar.

Notes

Personalia. — Nous apprenons avec plaisir que M. F. Bertyn, aide météorologiste à l'Observatoire d'Uccle, vient de passer avec grande distinction l'examen de docteur en sciences naturelles et que sa thèse lui a valu les félicitations du Jury. Nous présentons nos félicitations à notre jeune collaborateur.

Curiosité. — Un membre de la société nous adresse la description d'une horloge monumentale qu'il a construite de toutes pièces.

Nous agréons bien volontiers à son désir de publier cette description qui intéressera certainement nos lecteurs. Toutefois, nous ne verrons là qu'un tour de force d'artiste, car nous nous permettons de douter que cette mécanique, si compliquée, puisse se comporter honorablement, loin de son auteur. Pour le surplus nous comptons vivre le temps nécessaire pour vérifier que l'horloge a tenu compte des perturbations pour la réapparition exacte de la comète de Halley.

Description de l'horloge cosmographique (Fig. 24). — Disons d'abord que l'horloge indique l'*heure de tous les points du globe*, en temps solaire moyen.

La Terre, en miniature, opérant devant le Soleil sous les yeux du spectateur sa *rotation diurne* présente l'un après l'autre sous les méridiens à l'astre central, lui-même horloge régulatrice de notre planète. Deux horizons fixes, parallèles à l'équateur terrestre, portent la division des heures et fractions d'heures, l'un en *temps civil*, l'autre en *temps astronomique*; cette disposition donne en outre une idée tangible de la conversion des degrés de longitude en heures de temps, et réciproquement.

Toutefois, le cadran principal indique, au moyen d'aiguilles, les *heures et minutes* des méridiens de *Bruxelles et de Greenwich*, en temps solaire moyen.

Du côté de l'horloge opposé à la première sphère, est un autre globe terrestre incliné de 23 degrés 27' sur l'écliptique, représentant le *mouvement apparent annuel du Soleil autour de la Terre*, dans la translation de celle-ci sur son orbite.

On y voit l'amplitude et la direction des rayons solaires venant, suivant l'époque de l'année, éclairer et réchauffer tour à tour toutes les latitudes terrestres, et sous le rayon central, on peut considérer les *contrées de la Terre que darde à ce* moment *de ses feux le Soleil zénithal*. Les différentes longueurs du jour de l'équateur au pôle, le long jour polaire de six mois, et l'interminable nuit de même longueur, tout cela est démontré de la façon la plus intuitive.

C'est la reproduction même du mouvement céleste qui indique, dans sa marche : les *saisons*, *l'ascension droite du Soleil moyen*, la *déclinaison du Soleil*, les *solstices* et les *Equinoxes*, les *signes du Zodiaque*.

Un cadran spécial indique cependant les *mois de l'année*, le *jour du mois*, les noms et signes zodiacaux.

Un autre donne les *jours de la semaine*, avec l'étymologie latine du nom de chaque jour et le signe de la planète qui y correspond.

Le cadran principal est plus spécialement consacré à produire la *révolution synodique de la Lune*, autour de la Terre, en donnant l'explication de *ses phases*, et la

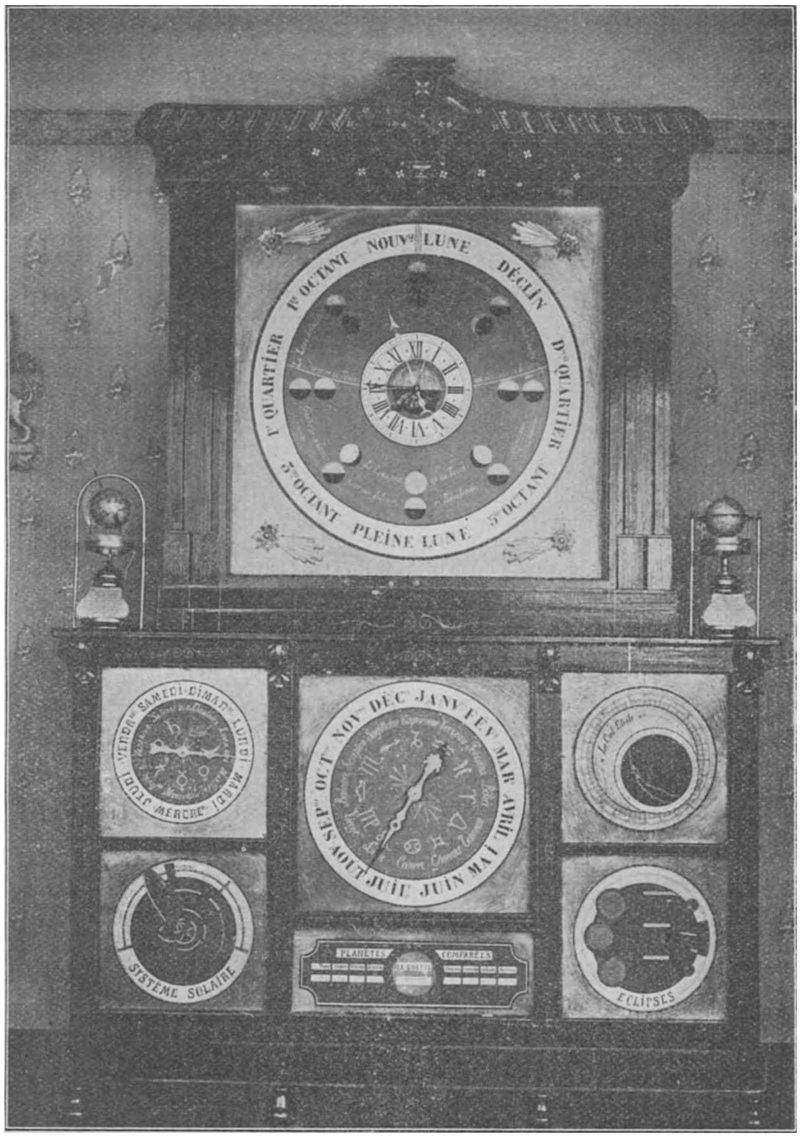

NOUV LUNE
1er OCTANT
DÉCLIN
1er QUARTIER
QUARTIER
OCTANT
PLEINE LUNE
OCTANT
NOV DÉC JANV FÉV MAR AVRIL MAI JUIN JUIL AOUT SEP OCT
SAMEDI
LUNDI
MARDI
SYSTÈME SOLAIRE
PLANÈTES
COMPARÉES
ECLIPSES

Fig. 24.

position angulaire moyenne qu'occupe notre satellite par rapport au Soleil et à la Terre. L'éclairement réel de la Lune en tous les points de son orbite, son éclairement apparent, vue de la Terre; les longueurs des orbites terrestre et lunaire y sont données à titre instructif.

Dans cette autre partie de l'horloge évoluent sans cesse les magnificences du *Ciel étoilé* : et nous croyons que ce n'est pas la moins attrayante reproduction de ces divers mouvements célestes que de voir se lever sous nos yeux sur l'horizon tel astre connu, tandis que telle autre étoile, après avoir parcouru toute l'étendue du ciel, va se replonger dans quelques instants sous l'horizon opposé.

Ce sont les mouvements de la sphère céleste avec, groupées en constellations, ses étoiles principales, lesquelles exécutent au cadran du ciel étoilé les mouvements de *levers, passages au méridien, couchers*, à la même heure et à l'endroit précis où ces mêmes astres les exécutent dans le Ciel.

Quelques explications sont ici nécessaires.

Le mouvement diurne apparent de la sphère céleste dû à la rotation de la Terre et le déplacement du point vernal d'un arc égal à l'ascension droite du Soleil opérée dans le même temps et due au mouvement de translation de la Terre sont tous deux représentés et se combinent entre eux pour représenter toujours l'image fidèle de la voûte étoilée.

Nous avons d'abord la calotte du Ciel ayant pour centre le pôle Nord céleste et pour rayon un arc égal à la distance angulaire du pôle à l'Equateur céleste, augmentée de la hauteur du pôle, laquelle calotte céleste circonscrit toutes les étoiles qui peuvent être visibles du lieu de l'observation (50° latitude nord).

En avant est un autre cadran qui masque le premier à l'exception d'une ouverture circulaire excentrique, ayant pour centre le point correspondant au Zénith du lieu et pour circonférence la ligne de jonction de l'horizon rationnel avec la seule portion de la sphère céleste visible à un moment donné du lieu de l'observation.

C'est par cette ouverture qu'on voit évoluer les étoiles.

Mais, tandis que la Terre a accompli dans l'espace sa rotation sur elle-même, elle s'est aussi transportée sur son orbite autour du Soleil, d'une quantité égale à la 365e partie de sa révolution annuelle, et le Soleil, repère horaire des Terriens, ne passera au méridien que 3 minutes 56 secondes après l'étoile observée la veille.

Et cette accélération des étoiles est produite à l'horloge par le transport de l'horizon qui encadre les étoiles dans le même sens et dans la même mesure que le transport de la Terre dans l'espace.

A la fin de l'année tropique, à l'Equinoxe du Printemps il sera passé au méridien 365 jours solaires (et une fraction de jour), tandis qu'on aura compté dans le même temps 366 jours sidéraux (plus la même fraction de jour).

On comprend que, au moyen de divisions appropriées, ces mouvements donnent : l'*angle horaire astronomique de chaque étoile* au moment de l'observation ; l'*heure sidérale*; l'*ascension droite du Soleil moyen ;* les *jours sidéraux parcourus* depuis l'Equinoxe du Printemps; les *distances angulaires azimutales* ; le *passage du point vernal* au méridien du lieu ; le *temps sidéral à midi moyen*, et, inversement, le *temps moyen à midi sidéral ;* le *mouvement de la voie lactée.*

Au cadran principal et supérieur, entre la figure de la Terre et la direction du Soleil, réapparaîtra, en l'an 1986, la fameuse *Comète de Halley*, dont l'annonce du

dernier passage et des conséquences possibles de sa rencontre avec la Terre, ont tant passionné les esprits.

Après avoir disparu progressivement du cadran en 1910, où elle apparut durant plusieurs mois, elle continue dans le sein même de l'horloge sa marche à longue période, pour ne réapparaître aux regards que 76 ans plus tard, au moment où, revenue de son immense voyage à travers les espaces interplanétaires, sa consœur céleste passera au périhélie.

Et, comme complément à cette vivante et instructive leçon de cosmographie, la partie tout inférieure de l'horloge expose : le système solaire, avec les planètes à leurs distances proportionnelles, et l'indication de la distance réelle au Soleil et la durée de révolution de chacune sur son orbite autour de l'astre central, ainsi que le sens de leur mouvement ; les orbites des comètes de Halley, de Tuttle et de Encke, avec les mêmes données.

Le côté opposé explique le mode de production des éclipses de Soleil et de Lune.

La partie médiane représente le Soleil entouré des planètes en grosseurs proportionnelles à cet astre, avec le diamètre et la masse de chacune, rapportés au diamètre et à la masse de la Terre.

Il convenait qu'au fronton de ce monument à l'Astronomie fussent inscrits les noms glorieux des illustres savants dont le puissant génie et les travaux féconds, ont, jusqu'à notre époque, apporté aux humains la solution de tant de mystérieux problèmes.

LUCIEN CHARLOTEAUX.

Senzeilles, 15 février 1913.

Un incendie des Fagnes signalé par Tacite. — M. le Dr Poskin nous signale un passage de Tacite que contient le Lib. XIII des *Annales* (1) et qui d'après lui, avec toute vraisemblance d'ailleurs, nous paraît-il, ne peut s'interpréter que par le phénomène susdit. Le texte, au premier abord, semble invoquer des phénomènes volcaniques ou ignés ressortant à la physique du globe et justifie ainsi notre note : *Eadem aestate* (58 après J.-C. sous le IIIe consulat de Néron) *civitas Juhonum, socia nobis, malo improvisio adflicta est : naus* ignes terrâ editi, *villas, arva, vicos passim corripiele ant, ferebanturque in ipsa conditae nuper Coloniae moenia, etc..*. Ces feux sortis de terre dans le pays des « Juhones » et qui, brûlant tout sur leur passage, ne s'arrêtèrent qu'aux murs de Cologne (fondée par Claude en 51 après J.-C.), M. Poskin en fait un incendie des fagnes; se basant sur la suite du récit où l'écrivain romain décrit les moyens employés par les habitants pour éteindre les feux, et sur le nom de « Juhonum » qui ne peut désigner que les Ubiens, il conclut qu'il ne peut être question ici que d'un pareil incendie et non d'un phénomène d'ordre volcanique auquel aurait pû peut-être faire croire la proximité de la région eifélienne.

Le hasard des lectures nous a fait retrouver dans le *Cosmos* un article de M. J. Malinowski (2) dans lequel il cite le même passage de Tacite en attribuant également

---

(1) TACITE, *Annales*, Lib. XIII, § LVII.
(2) *Cosmos*, 7 septembre 1889.

l'incendie à la combustion de la tourbe, mais sans préciser qu'il s'agit des « Hohe Venn » — l'auteur ajoute même que fut détruite par ce même incendie « une grande partie de l'immense forêt hucynienne qui couvrait alors presque tout le nord de l'Allemagne actuelle ». — Mais Tacite lui-même n'a pas autant d'imagination.

E. L.

Bolide. — Le 26 juillet à 10 h. 35 m. j'ai pu observer un superbe bolide bien supérieur à la première grandeur. Je me trouvais dans mon jardin à causer avec mon confrère le Dr Wincqz, lorsque tout à coup un bolide de grosseur égale au tiers du diamètre de la Lune et projetant de la lumière, traversa la constellation d'Hercule. Sa coloration était bleu électrique, sa vitesse peu considérable, trajectoire rectiligne, il fut visible cinq secondes environ.

Après sa disparition il laissa une longue traînée s'étendant sur une longueur de dix degrés environ qui devint sinueuse et qui fut visible pendant au moins une demi-minute. N'ayant pas de carte immédiatement sous la main je ne puis donner ses coordonnées que d'une façon assez approximative :

Apparition 17 h. 30 m. AR. + 35° D.
Disparition 16 h. 40 m. AR. + 12° D.

Dr G. Quignon, Mons.

Bibliographie

Galli, Ignazio. — *Progetto pir l'osservazione dei fulmini in Italia.* Estr. della *Revista meteorico-agraria,* anno XXXIV, no 6, 1913. [*Projet d'observation des coups de foudre en Italie.* Extrait de la *Revista meteorico-agraria,* XXXIVe année, no 6, 1913.]

M. le Prof. Ignazio, dont on sait les travaux sur la foudre et ses multiples effets vient, avec l'appui du *R. Uffizio centrale di meteorologia e Geodinamica*, de lancer dans la *Rivista meteorico-agraria,* un appel, en Italie, à tous les hommes de science, amateurs scientifiques comme professionnels et à tous les correspondants de l'*Uffizio,* qu'ils appartiennent à l'une ou à l'autre catégorie, pour le relevé et l'étude détaillée des coups de foudre. Son but est, en même temps, de recueillir des données techniques sur les multiples aspects du phénomène et d'assurer les bases d'une statistique qui manque encore en Italie à l'heure actuelle. Dans la brochure que nous analysons ici, il montre l'intérêt d'une œuvre semblable qui a été tentée déjà dans différents pays, sans y être jamais poursuivie avec persévérance. Nous pourrions rappeler à ce propos, en ce qui concerne notre pays, les travaux d'Evrard, directeur des télégraphes, qui avait entrepris de faire le relevé annuel des coups de foudre, ainsi que leur étude, en prenant comme informateurs le service technique des télégraphes, les correspondants du service météorologique de notre observatoire et tous les amateurs ou savants de bonne volonté ; ses travaux ont été publiés par la Société belge des Electriciens, 1883-85 ; il avait rédigé un questionnaire qui devait faciliter les investigations des observateurs et que le *Bul-*

letin de la Société belge des Electriciens a inséré dans ses comptes rendus. En dehors de la Belgique, il faut citer les observations relevées en Bavière par M. von Bezold, de 1833-1882, qui ont montré notamment que pendant cette période les minima de coups de foudre correspondent aux minima des taches solaires, les observations faites en Saxe, 1841-1870, par Holtz ; en Suisse, par de Salis (1882), etc., etc... mais toutes ces recherches statistiques n'ont pas été poursuivies.

Le questionnaire élaboré par M. le professeur Galli ne comporte pas moins de quarante-cinq questions et forme six pages de texte ; il ne peut évidemment être utilisé que par des esprits largement ouverts aux intérêts scientifiques, comme ceux d'ailleurs auxquels l'auteur s'adresse. Nous ne pouvons le critiquer de l'extension donnée à ce questionnaire, extension qui, pour un semblable objet, est parfaitement justifiée. Les phénomènes à étudier ne pourront apporter quelque éclaircissement aux inconnues du problème que s'ils le sont minutieusement, dans tous leurs détails et avec les tendances les plus scientifiques. Nous souhaitons que M. Galli rencontre, en son pays, de nombreux et sérieux collaborateurs pour la poursuite d'une œuvre scientifique qui lui doit déjà tant.

Hellmann, G. — *Das meteorologisch-magnetische Observatorium bei Potsdam* ; Veröffentlich. des Königl. Preussisch. meteor. Inst. Berlin, 1912. [*L'Institut météorologique et magnétique de Potsdam* ; Publication de l'Institut météorologique royal de Prusse, Berlin 1912.]

La brochure qui porte ce titre et comporte 70 pages environ avec de luxueuses illustrations, a été composée en vue de satisfaire les nombreux visiteurs des Observatoires de Potsdam et de Seddin (service du magnétisme). Elle comprend la description des instruments qui y sont utilisés et de leurs méthodes d'emploi, et, en outre, des indications générales sur les travaux poursuivis aux deux Observatoires et les résultats qu'ils ont permis d'atteindre ou qu'ils poursuivent ; les deux parties dont se compose la brochure ont été rédigées par MM. R. Süring et Ad. Schmidt, directeurs des deux services. Donnons quelques indications sur les installations météorologiques. La description qu'en donne M. Süring montre la richesse des installations scientifiques et l'abondance des moyens d'étude de l'atmosphère qui sont rassemblés à l'Observatoire météorologique. Les installations thermométriques sont particulièrement soignées ; sur la pelouse d'observation se trouvent trois abris Stevenson ; pendant deux années (1893 et 1903), on a comparé assidûment les températures à l'intérieur et à l'extérieur des abris ; le manque de ventilation et le rayonnement des parois rend toujours les températures internes supérieures (parfois de 1°) aux températures externes. Comme la ventilation naturelle est toujours fautive sur la pelouse d'observation, on a depuis 1902 installé dans un second abri un thermographe de Fuess soumis à une ventilation permanente par une petite turbine à eau aspirante installée à un mètre sous le sol. Le troisième abri contient un evaporomètre Wild. D'autres installations thermométriques se trouvent également contre la façade nord du bâtiment de l'Observatoire.

Les températures du sol sont mesurées par des instruments placés à 2, 5, 10, 20, 50 centimètres, 1, 2, 4, 6 et 12 mètres de profondeur et à lecture directe, grâce à des installations que nous ne pouvons décrire ici. M. Süring a fait sur ce sujet des études spéciales, comme M. Hellmann sur la mesure des températures de l'air.

Sur la pelouse se trouvent aussi les pluviomètres enregistreurs de Hellmann-Fuess, de Sprung-Fuess et de Gallenkamp, le chionographe de Hellmann, etc...; on y trouve aussi rassemblés dans un abri spécial les appareils destinés à mesurer les propriétés électriques de l'air, études nouvelles à l'Observatoire et organisées par M. Ludeling ; on y étudie depuis 1904 d'une manière continue le champ électrique à l'aide de l'enregistreur de Benndorf, la conductibilité de l'air, selon les méthodes d'Elster et Geitel, enregistrée également par l'électromètre à quadrants; n'oublions pas de citer aussi les dosages de l' « émanation » du sol et l'enregistrement de l'électricité des pluies. On voit que ce programme électrique, suivi d'une manière continue, est des plus complets.

Toutes les autres installations relatives à la pression atmosphériques, au vent, à l'étude des nuages (avec son merveilleux appareil photographique automatique) à celle des phénomènes optiques (Wolken-automat), d'atmosphère, comme la polarisation, la mesure du rayonnement solaires, etc., sont distribuées dans le bâtiment principal de l'Observatoire, sa plateforme et celles de deux tours qui le surmontent. Le principe de l'enregistrement soit photographique, soit mécanique, est encore appliqué d'une manière générale et lorsque les mesures s'y prêtent. L'anémographe (anémomètre de Robinson), par exemple, est à enregistrement mécanique donnant les trois éléments, pression, direction et vitesse (moyenne de 2 mètres) du vent ; l'anémomètre lui-même est placé sur la grande tour et des tiges transmettent ses mouvements à l'enregistreur enfermé dans une salle inférieure. La radiation solaire est étudiée principalement par le pyrhéliomètre à compensation d'Angström, mais l'on fait également des observations aux actinomètres de Michelson et d'Abbot. L'étude de la polarisation se fait avec les appareils de Busch-Jensen, spécialistes, comme on le sait, en la matière et dont les travaux et les méthodes font autorité.

Il nous faut ajouter, en terminant, que les appareils dont nous avons parlé sont seulement ceux d'un usage courant et que, dans tous les domaines, des recherches spéciales et personnelles sont de règle à l'Institut météorologique prussien.

MARCEL MOYE, professeur à l'Université de Montpellier, *L'Astronomie*, observations, théorie et vulgarisation générale. — Un vol. in-8° grand jésus, cartonné toile, de 400 pages, avec 43 figures dans le texte et 4 planches hors texte. — Prix. : 5 francs.

Il n'est personne qui ne s'intéresse à l'astronomie et constamment l'on entend le regret de ne pouvoir étudier une science aussi captivante, mais que l'on croit réservée aux savants professionnels.

Il est cependant possible, comme d'illustres exemples l'ont prouvé, de tracer l'exposé des choses du Ciel sans mathématiques ni formules arides, tout en ne sacrifiant rien de la vérité des choses scientifiques. L'ouvrage que nous présentons au public est accessible à tout le monde. Conçu sur un plan et d'après une méthode non dépourvus de quelque originalité, il rend aisée l'étude générale de l'astronomie, peut servir de guide de travail aux amateurs et, en même temps, contient un tableau d'ensemble des connaissances astronomiques de l'époque actuelle.

A ce dernier point de vue, ce livre s'adresse également à tous les savants, et même aux astronomes de profession. L'auteur s'est efforcé de mettre au point l'exposé des multiples et merveilleuses découvertes récentes. Ses développements,

précis et dépourvus de phrases inutiles, permettront aux travailleurs de se remémorer une vue d'ensemble des principes généraux, parfois un peu perdus de vue dans l'ardeur des recherches spécialisées.

Ce volume fait également partie de l'*Encyclopédie scientifique* et est destiné à servir d'introduction générale à la Bibliothèque d'Astronomie, dirigée par M. J. Mascart, qui fait partie de cette Encyclopédie. Il est conçu, en effet, sur un plan vraiment nouveau en ce sens que l'auteur a adopté pour l'exposition des phénomènes, le point de vue réel et non le point de vue géocentrique, c'est-à-dire celui des apparences. Il est écrit de ce style aisé, coulant et en même temps précis qui distingue les travaux de M. Moye et nous en recommandons de la façon la plus chaleureuse la lecture à tous les amis de l'astronomie, grands ou petits.

Luc Picart, directeur de l'Observatoire de Bordeaux, professeur d'astronomie à la Faculté des sciences. — *Calcul des orbites et des éphémérides.* — Un vol. in-18 grand-jésus, cartonné toile, de 320 pages, avec 23 gravures dans le texte. — Prix : 5 francs.

Tous ceux qui s'intéressent à l'astronomie connaissent l'importance pratique de la question traitée dans cet ouvrage : il s'agit, non de vérifier dans ses dernières conséquences la loi d'attraction universelle de Newton, mais de déduire de cette loi un moyen rapide de calculer la position approchée, à un instant donné, d'un astre qui fait partie du système solaire, soit d'une façon définitive comme une planète, soit temporairement comme une comète.

Bien que de nombreux savants français aient donné des solutions remarquables de ce problème, il n'existe jusqu'ici dans notre langue aucun exposé d'ensemble des méthodes diverses qui ont été proposées pour le résoudre; ce livre nous paraît donc combler une lacune regrettable.

L'auteur s'est placé à un double point de vue : il a voulu d'abord donner aux lecteurs qui n'ont point de connaissances mathématiques très développées (celles de mathématiques spéciales étant suffisantes) non seulement la possibilité de comprendre les méthodes de calcul, mais celle de pousser les opérations jusqu'au terme final; d'un autre côté, il a cherché à retenir l'attention de ceux que rebutent la complication des formules et le détail des calculs en indiquant l'interprétation géométrique, généralement assez simple, des méthodes usuelles.

Ce volume fait partie de la Bibliothèque d'Astronomie et de Physique céleste de l'*Encyclopédie scientifique* (E. S.), publiée par O. Doin et fils, bibliothèque qui se forme rapidement sous la direction de J. Mascart, directeur de l'Observatoire de Lyon.

L. Weickmann.—*Die Trübung der Atmosphäre durch Vulkanasche im Sommer und Herbst 1912, nach den Beobachtungen einiger bayerischen stationen.* — Sonderabd. aus den « Beobachtungen der meteor. Stationen in Königreich Bayern » Bd. XXXIV, 1912. Munchen 1913. — [*Le trouble de l'atmosphère par des cendres volcaniques pendant l'été et l'automne de 1912, d'après les observations faites en quelques stations bavaroises.*

L'auteur montre que les diagrammes de l'appareil de Campbell-Stokes, pendant l'été et l'automne de 1912, recueillis aux stations bavaroises de Munich, Mitten-

wald, Alexanderbad, Obertsdorf, indiquent également des perturbations dans l'intensité de l illumination solaire ou dans les heures initiale et finale des inscriptions sur les diagrammes qui conduisent, en ce qui concerne le centre de l'Europe, à la confirmation générale des phénomènes atmosphériques dont nous avons parlé. L'auteur, comme l'indique le titre du mémoire, ne semble faire aucun doute au sujet de leur origine. Probablement à l'instant où il écrivait, les observations faites par M. Eginitis (Athènes) n'étaient-elles pas connues. A côté des observations faites à l'enregistreur Campbell-Stokes, il cite encore des observations de Nuremberg faites au thermomètre à boule noircie, qui sont confirmatives des premières et très intéressantes parce qu'elles comparent en mai, juin et juillet, les deux années consécutives 1911 et 1912. E. L.

Zeissig, C. — *Zwei graphische Methoden der Herdbestimmung von Erdbeben.* [*Deux méthodes graphiques pour la détermination des épicentres des tremblements de terre.* Extrait des *Beitr. zur Geoph.*, 1913.] Voir aux notes.

Lais, R, und Sieberg, A. — *Das mitteleuropäische Erdbeben vom 16 November 1911 und seine Beziehungen zum geologischen Aufbau Süddeutschlands.* [*Le sisme européen du 16 novembre 1911 et ses relations avec la géologie du sud de l'Allemagne.* Extrait des *Beiträge zur Geoph.*, 1913.] Voir aux notes.

v. Schmidt, Dr A. und Mack, Dr R.— *Das süddeutsche Erdbeben vom 16 november 1911.* [*Le sisme du sud de l'Allemagne du 16 novembre 1911.*] Extrait du *Württ. Jahrb. für Statistik und Landeskunde*, 1912.] Voir aux notes.

NOTES PRATIQUES SUR L'OBSERVATION VISUELLE DES ETOILES VARIABLES

I

Introduction.

L'observation d'une étoile variable consiste essentiellement en une série de déterminations de l'éclat de cette étoile à des intervalles suffisamment rapprochés pour pouvoir en déduire la variation continue d'éclat pendant toute la période d'observation. Incidemment, l'observation portera aussi sur la couleur de l'étoile et l'apparence qu'elle présente, facteurs qui peuvent affecter les mesures de son éclat d'une manière très marquée.

De plus, afin d'obtenir de l'observation des étoiles variables tout ce qu'elle est susceptible de donner, le travail d'observation pure doit être complété par quelques calculs, très simples d'ailleurs, qui, seuls, en coordonnant les résultats obtenus, peuvent donner à l'étude soutenue d'une variable un réel intérêt.

Cette étude n'est cependant pas aussi dénudée de complications qu'on pourrait le croire en examinant les pages qui lui sont consacrées dans les traités d'astronomie pratique. Quoique très simple pour ceux qui ne désirent l'entreprendre que superficiellement, elle est, au contraire, pour ceux qui désirent l'approfondir, féconde en questions des plus complexes, qui se présentent dès que l'on s'efforce de donner aux observations la plus grande précision possible, et qui nécessitent pour leur traitement des considérations physiologiques spéciales et des investigations d'un très haut intérêt scientifique.

Ces points de détail sont généralement développés dans des publications spéciales, rapports, comptes rendus, ou annales scientifiques qui ne se trouvent pas d'habitude dans la bibliothèque de l'astronome amateur. C'est dans le but de les mettre sous les yeux de ceux qu'ils peuvent intéresser que les notes suivantes ont été réunies de manière à former un ensemble utile à la fois à ceux qui, déjà engagés dans l'étude des étoiles variables, n'ont néanmoins pas eu l'occasion ou le loisir d'examiner les causes d'ordre secondaire qui ont une influence sur l'exactitude de leurs observations, et à ceux qui seraient tentés d'entreprendre cette étude à cause du peu de loisirs et de l'équipement restreint qu'elle exige.

Il est, en effet, possible de faire à l'œil nu de très utiles observations d'étoiles variables, puisque l'œil distingue, sans l'aide d'aucun instrument, les étoiles jusqu'à la sixième grandeur, et qu'un certain nombre de variables ne descendent pas plus bas dans l'échelle des grandeurs pendant toute leur variation; des observations conduisant à des conclusions importantes ont d'ailleurs été faites sans aucun secours optique (voy., par exemple, « Note sur la variation de ε Cocher », *Monthly Notices de la Royal Astronomical Society*, t. LVX, p. 83).

La plus curieuse de toutes les étoiles variables, o Baleine (Mira, la Merveilleuse), dépasse parfois la deuxième grandeur à l'époque de son plus grand éclat, et une autre, des plus remarquables, β Persée (Algol), varie de la grandeur 2.2 à la grandeur 3.7 seulement, et reste donc continuellement visible à l'œil nu (voy. au *Bulletin de la Société Astronomique de France*, 1898, p. 156 et 1908, p. 128, deux notes intéressantes sur ces étoiles). En outre, la partie la plus attrayante de la variation d'un grand nombre d'autres étoiles peut être suivie à l'œil nu. Cependant, l'intérêt que présente l'observation d'une variable réside surtout dans la continuité des observations. Une bonne jumelle permettra donc de doubler le plaisir que procurera cette occupation, en permettant de faire des comparaisons d'éclat jusqu'à la septième grandeur et même au-dessous (voy. au *Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, 1907, p. 122, quelques considérations utiles sur le choix d'une jumelle), et le plus petit télescope étendra le champ d'investigation d'une manière surprenante.

Les considérations fondamentales, les méthodes d'observation et les sources d'erreur que l'on rencontre et que l'on ne peut pas toujours éviter, mais à l'élimination ou à la correction desquelles on doit s'appliquer, font l'objet des pages qui suivent, au cours desquelles le lecteur sera renvoyé souvent aux publications citées ci-après, qui seront, pour plus de simplicité, désignées par les abréviations suivantes :

Bulletin de la Société Belge d'Astronomie = B. S. B. A.
Bulletin de la Société Astronomique de France = B. S. A. F.
Journal de la British Astronomical Association = J. B. A. A.
Mémoires dito (Section des Etoiles Variables) = Mém. B. A. A.
Monthly Notices de la Royal Astronomical Society = M. N. R. A. S.
« Observations de 31 étoiles variables », par N.-R. Pogson (Mémoires de la Royal Astronomical Society, t. LVIII) = Pogson.

« Observations d'étoiles variables faites à l'Observatoire de Rousdon, Lyme Regis (dito, t. LV) = Rousdon.

Annales du Harvard College Observatory = Harvard A.

Circulaires dito = Harvard C.

Troisième catalogue d'étoiles variables de S.-C. Chandler (Astronomical Journal, n° 379) = Chandler III.

Revision dito (Dito, n° 553) = Chandler Rev.

II

Eclat et grandeur des étoiles.

Quoique les mondes ignés qui constituent les étoiles ont sans aucun doute une très grande diversité dans leurs dimensions, la distance qui les sépare de nous est tellement prodigieuse que la grosseur des plus considérables d'entre eux est absolument imperceptible dans les télescopes les plus puissants. L'impression visuelle reçue est simplement une impression lumineuse; toutes les étoiles, quel que soit leur éclat, apparaissent comme des points lumineux sans aucune dimension, et c'est à cause de la différence existant entre l'éclat des différentes étoiles qu'elles nous apparaissent comme des astres de différentes grosseurs. Cette illusion est causée par l'irradiation, qui fait qu'une source lumineuse brillante empiète, pour ainsi dire, sur son contour réel, et paraît par suite plus étendue. Un cercle blanc sur fond noir apparaît plus grand qu'un cercle noir, de même diamètre, placé sur un fond blanc. Les disques de différents diamètres obtenus sur les clichés photographiques stellaires sont dus au fait que l'action chimique causée par une lumière brillante tombant sur la couche sensible de la plaque n'est pas limitée à la région illuminée elle-même, mais se communique aux régions voisines en raison directe de son intensité, une « irradiation chimique » si l'on peut s'exprimer ainsi, qui, poussée à l'extrême, produit ce que les photographes appellent un halo photographique.

Dans un télescope, il est vrai, les étoiles apparaissent comme de petits disques, tous ronds et très nets, mais ces disques sont purement factices, et, de même que les quelques anneaux alternativement sombres et lumineux qui entourent les images stellaires obtenues dans un bon télescope, ils sont dus aux conditions optiques dont dépend la formation des images. Il a été démontré par G.-B. Airy *(On the Undulatory Theory of Optics)* que si r est le rayon de l'ouverture d'un

télescope (en pouces), le diamètre d (en secondes d'arc) du disque stel laire produit par ce télescope est donné par l'expression :

$$d = \frac{2,76}{r} \qquad (1)$$

et diminue par suite lorsque l'ouverture augmente. La table suivante donne la moyenne de mesures de disques stellaires faites par M. G. Knott avec des ouvertures différentes (M. N. R. A. S., t. XXVII, p. 86, 87), ainsi que leur diamètre théorique calculé d'après la formule (1).

TABLEAU I

Ouverture = $2r$	d calculé	d observé
	"	"
7,33 pouces	0,752	0,693
6,00	0,920	0,870
4,95	1,113	1,120
4,00	1,380	1,437
3,00	1,840	1,862
2,00	2,760	2,572

Ayant égard à la difficulté des mesures, les faits sont donc en parfait accord avec la théorie.

Le fait que les étoiles occultées par la Lune disparaissent instantanément, quoique la Lune n'avance que d'une seconde d'arc en deux secondes de temps, montre que leurs dimensions visuelles doivent être restreintes. Une observation très intéressante, faite par J. Cassini, montre combien les images stellaires télescopiques peuvent induire en erreur sur ce point : le 21 avril 1720, les deux composantes de γ Vierge lui parurent séparées par un intervalle égal au diamètre de chacune d'elles; cet astre fut occulté par la Lune et, quoique chaque étoile eût disparu en une fraction de seconde, il s'écoula un intervalle de trente secondes entre leurs disparitions successives; le diamètre des étoiles paraît donc infiniment plus grand qu'il ne l'est en réalité.

L'impression de grosseur que l'observateur reçoit lorsqu'il examine les étoiles dépend simplement de leur éclat apparent, c'est-à-dire de

l'intensité de la lumière que chacun envoie à l'œil. L'éclat apparent d'une étoile dépend de trois choses :

1° De la distance de l'étoile, l'éclat variant selon le carré de la distance; de deux étoiles exactement semblables, mais dont l'une est deux fois plus éloignée que l'autre, la plus proche paraîtra quatre fois plus brillante que l'autre;

2° De l'éclat intrinsèque même de l'étoile, dépendant des causes physiques et chimiques qui sont en jeu pour produire la température à laquelle cet éclat est dû;

3° Des dimensions actuelles de l'étoile, mais, comme on l'a vu plus haut, il n'est pas possible d'en tenir compte et leur effet est considéré conjointement avec l'éclat intrinsèque.

Les comparaisons faites sur les étoiles dont la distance est connue ont montré que l'éclat intrinsèque des étoiles diffère considérablement, c'est-à-dire que si l'on suppose ces étoiles à la même distance et que l'on calcule l'éclat que chacune aurait à cette distance, cet éclat diffère dans de fortes proportions. Ainsi qu'on vient de le voir, cela dépend des dimensions réelles de l'astre et de la nature de la lumière qu'il émet. Ainsi, Sirius (grandeur —1.6) et 61 Cygne (grandeur 6.1) sont à la même distance de nous (parallaxe 0″37); Aldebaran (grandeur 1.1), π Hercule (grandeur 3.4), β Chevelure de Bérénice (grandeur 4.5), ω^5 Cocher (grandeur 5 3) et 1646 Groombridge (grandeur 6.5) sont également à la même distance de nous (parallaxe 0″11).

Ces trois quantités : éclat intrinsèque, distance et grosseur déterminent l'éclat visuel d'une étoile; à cet éclat visuel on a donné le nom de *grandeur* de l'étoile; les étoiles les plus brillantes furent dites du premier ordre de grandeur ou de la première grandeur; celles qui sont moins brillantes, de la seconde grandeur, et ainsi de suite, les plus faibles étoiles visibles à l'œil nu étant de la sixième grandeur.

Lorsque les observations devinrent plus étendues et plus précises, il devint nécessaire d'assigner un éclat à des étoiles intermédiaires entre deux ordres de grandeur consécutifs, ce qu'Argelander et Heis firent en affixant à la grandeur entière qui représente le mieux l'éclat de l'étoile le chiffre de la grandeur consécutive; ainsi, une étoile faible de la troisième grandeur fut indiquée comme étant de grandeur 3.4, une étoile brillante de la cinquième grandeur étant notée de 5.4 grandeur. Ce compromis devint bientôt insuffisant et la classification stricte des étoiles en ordre de grandeur fut abandonnée en réalité, mais le principe fondamental qui présida à cette classification

resta, l'éclat d'une étoile étant représenté par le nombre qui désigne l'ordre de grandeur auquel l'étoile appartient, exprimé avec une approximation du dixième et même du centième de grandeur. L'échelle des grandeurs fut aussi étendue au delà de la sixième grandeur pour les étoiles qui ne sont visibles qu'au moyen d'un instrument optique (un bon télescope de 8 à 9 centimètres d'ouverture rend visible les étoiles de la douzième grandeur) et en deça de la première grandeur pour les étoiles très brillantes, de sorte que l'on a été amené à donner à des étoiles exceptionnellement brillantes une grandeur nulle et même négative; Sirius, par exemple, est de grandeur —1.58. L'éclat du Soleil est représenté sur cette échelle par le nombre —25.4 (Pickering). Il en résulte que les grandeurs d'étoiles de moins en moins brillantes sont exprimées par des nombres de plus en plus élevés, ce qui est apte à causer quelque confusion. Ainsi, on parle toujours de la grandeur d'une étoile exactement comme on ferait de son *éclat*, on dit « une étoile de petite, de faible grandeur » pour une étoile peu brillante; d'autre part, on cite la grandeur d'une étoile comme un *nombre* et, si l'étoile est faible, ce nombre est élevé. C'est surtout lorsque l'on compare l'éclat de deux étoiles que le risque de confusion est le plus grand : si deux étoiles sont respectivement A (grandeur 7.8) et B (grandeur 8.3), on dira cependant que, des deux étoiles, B est celle de moindre grandeur! Lorsqu'on fait usage d'une notation algébrique, il faut donc s'en tenir absolument à un seul système de notation, se rapportant à l'éclat, soit à la grandeur numérique, et il faut le définir exactement. On peut écrire, par exemple, $A > B$ pour exprimer la grandeur relative des deux étoiles citées plus haut si A et B représentent leur éclat, ou bien $B > A$ si A et B représentent leur grandeur numérique; on peut écrire aussi $A = B + 0.5$ pour exprimer que A est de 0.5 grandeur plus brillante que B, ou bien $A = B - 0.5$, selon que A et B représentent l'éclat ou sont les nombres exprimant les grandeurs respectives des deux étoiles. Le professeur H.-H. Turner conseille d'employer toujours la seconde notation comme étant plus simple, surtout lorsqu'on en fait usage avec la nomenclature stellaire qui donne à une étoile un numéro formé de sa grandeur, à un dixième près, privée de la virgule (voy. p 16), car alors la grandeur résultant de la comparaison s'obtient immédiatement: si l'on a, par exemple, une étoile 0.2 grandeur plus faible qu'une étoile de grandeur 10.7, elle sera notée $107 + 2 = 109$, c'est-à-dire de grandeur 10.9 (POGSON, p. 11). Instinctivement, cependant,

l'on est tenté d'employer les symboles de façon à ce qu'ils s'accordent avec le fait qu'une ***augmentation*** de lumière est indiquée par un nombre plus élevé, et des observateurs de profession qui emploient la notation autrement cèdent parfois à cet instinct et, par inadvertance font occasionnellement usage de la notation inverse (voy. « Observations de 23 étoiles variables », par G. KNOTT, ***Mémoires de la R. S. A.***, t. LII, p. 10). Il semble que la méthode la plus simple et la plus conforme à la pratique usuelle est la suivante : tant que les signes + ou —, $>$ ou $<$ sont employés conjointement avec le nom d'une étoile ou la lettre ou le numéro d'ordre arbitraire la représentant, ces signes se rapportent à l'éclat de l'étoile; mais s'ils sont employés conjointement avec un numéro ou un nombre représentant la grandeur numérique de l'étoile, ces signes se rapportent à cette grandeur numérique et doivent, par suite, être pris en sens contraire; ainsi, on écrira $A > B$ et $A = B + 0{,}5$, mais on écrira $7.8 < 8.3$ et $7.8 = 8.3 - 0.5$; cette convention est observée dans cette étude.

L'interprétation physique de l'impression visuelle qui sert de base à la division en ordres de grandeur se fait selon une loi curieuse : tandis que l'on passe de la grandeur d'une étoile A à la grandeur d'autres étoiles B, C, D, par ***l'addition*** successive de la différence entre les grandeurs des deux étoiles consécutives (l'ordre étant celui d'éclat décroissant), l'on passe de l'intensité de la lumière émise par A à celle émise par B, C, D, par ***division*** successive par un facteur qui représente le rapport photométrique vrai existant entre deux étoiles consécutives. On exprime ce fait en disant que, tandis que la grandeur visuelle varie en progression arithmétique, l'éclat photométrique varie en progression géométrique.

L'œil, cependant, malgré sa construction optique relativement simple, est en réalité un instrument des plus compliqués; les impressions qu'il reçoit sont très complexes et leur interprétation est sujette à des particularités physiologiques souvent inattendues. Quoique les degrés de l'échelle de grandeur soient égaux, des mesures photométriques mettent en évidence le fait que le rapport photométrique correspondant à chacun de ces degrés n'est pas le même mais varie d'une manière continue le long de la portion de l'échelle de grandeur soumise aux investigations photométriques Selon John Herchel, un rapport photométrique décroissant dans l'ordre de grandeurs décroissantes s'accorde mieux avec l'impression visuelle d'un rapport photométrique constant.

Le tableau II donne le rapport photométrique d'après la comparaison de la grandeur visuelle des étoiles avec leur mesure photométrique.

TABLEAU II

	INTERVALLE DE GRANDEURS				
	2 à 3	2,5 à 3,5	3 à 4	3,5 à 4,5	4 à 5
Uranometria Nova (Argelander) . . .	2,94		2,44		1,73
Bonn Durchmusterung	2,15	2,51	2,47	2,27	1,87
Comparaison du Dr Wolf avec Uranometria Nova	2,37		2,09		1,73

Au point de vue théorique, cependant, un rapport photométrique constant est nécessaire dans les calculs. Comme, après tout, la classification par grandeur est purement arbitraire, il est justifiable d'y introduire une modification si elle simplifie les calculs. Or, il se trouve qu'une étoile de la première grandeur est de 98 à 109 fois plus brillante qu'une étoile de sixième grandeur (selon les autorités). Fixant donc l'échelle de grandeur de façon à ce qu'un changement d'éclat de la première à la sixième grandeur corresponde à une diminution de lumière de 1 à 1/100, on a, R étant le rapport photométrique :

Etoile de la	6e,	5e,	4e,	3e,	2e,	1re	grandeur.
Eclat	$1 = R^0$	R	R^2	R^3	R^4	$R^5 = 100$	

c'est-à-dire que $R = \sqrt[5]{100} = 2,512$.

Cette convention est due à N.-R. Pogson (POGSON, p. 23) qui l'adopta par égard à des considérations d'un autre ordre. Il trouva que la moyenne des valeurs du rapport photométrique, calculées d'après les données des principaux catalogues, était 2,545, et il ajusta cette valeur à 2,512 comme étant suffisamment approchée et se prêtant mieux aux calculs, le logarithme de 2,512 étant exactement 0.4 (1).

En pratique, d'ailleurs, lorsqu'on doit employer le rapport lui-même, on l'arrondit souvent à 2.5.

(1) Le professeur Stampfer a obtenu 2,519 d'après ses mesures sur 132 étoiles situées entre 4.0 et 9.5 sur l'échelle des grandeurs.

Une étoile est donc définie comme étant de grandeur inférieure d'une unité à la grandeur d'une autre étoile si son éclat est moindre dans le rapport de 2,512 à 1. Cela revient à dire qu'une étoile de la première grandeur nous envoie 2,512 fois plus de lumière qu'une étoile de la deuxième grandeur, qui, à son tour, est 2,512 fois plus brillante qu'une étoile de la troisième grandeur, et ainsi de suite. Une étoile de la première grandeur est donc 2,512 × 2,512 = 6,310 fois plus brillante qu'une étoile de la troisième grandeur, etc.

Le rapport des quantités de lumière L_A, L_B, émises par deux étoiles A et B, de grandeur numérique a et b, respectivement est donc

$$\frac{L_A}{L_B} = 2{,}512^{b-a} \qquad (2)$$

B étant l'étoile la moins brillante.

La loi de Pogson, ainsi qu'on l'a vu plus haut, n'est qu'une approximation. Si l'on trace sur le même diagramme deux courbes montrant la variation d'éclat avec la grandeur, d'après les observations visuelles et d'après les mesures photométriques, respectivement, ces deux courbes ne se superposeront pas, sans cependant différer considérablement, et elles se rencontreront en deux points dont la position dépendra de la convention faite en établissant les échelles, visuelle et photométrique. On peut conserver l'échelle visuelle telle qu'elle est, et adopter une échelle photométrique qui s'y adapte aussi exactement que possible dans les limites de grandeurs qui conviennent le mieux.

C'est ce que l'on a fait pour le catalogue de Harvard, dont l'échelle photométrique coïncide avec l'échelle visuelle pour les étoiles de la quatrième et de la huitième grandeur. Cela n'a d'ailleurs lieu que pour la lumière monochromatique. Pour les lumières colorées, le problème devient très complexe, car non seulement l'éclat apparent, mais l'unité de grandeur varie, par suite de l'interposition d'une lentille ou d'une surface réfléchissante (HARVARD, A., t. LXXI, p. 3).

La grandeur d'un grand nombre d'étoiles (100 000 environ, jusqu'à la douzième ou treizième grandeur, d'après le professeur Pickering) a été actuellement mesurée photométriquement, et plusieurs séries de déterminations fondamentales d'une grande exactitude ont été obtenues (voy. B. S. B. A., 1907, p. 250, pour une revue des catalogues de Harvard; on doit y ajouter Harvard, C., n° 170, qui donne un catalogue de 96 étoiles circompolaires jusqu'à la vingt et unième grandeur). Deux méthodes principales ont été employées; dans l'une,

la lumière de l'étoile est réduite jusqu'à ce qu'elle soit sur le point de disparaître, par l'interposition d'un milieu semi-transparent d'épaisseur variable par exemple (*Uranometria Oxoniensis*, du professeur PRITCHARD), ou par la réduction graduelle de l'ouverture.

Dans l'autre l'éclat est comparé soit à celui d'une étoile étalon (professeur Pickering, à Harvard), soit à celui d'un astre artificiel (MM. Muller et Kempf, à Potsdam) et l'éclat de l'une ou de l'autre source est diminué jusqu'à ce qu'elles soient exactement égales, généralement au moyen d'un système polarisant (voy. J. B. A. A., t. XXIII, p. 3, pour une revue générale des méthodes de photométrie stellaire). La *Revised Harvard Photometry* donne la grandeur de 9,110 étoiles (jusqu'à la grandeur 6.5) situées dans les deux hémishères, mesurée au moyen du « photomètre méridien » (HARVARD, A., t. XIV, p. 1 et suiv.). L'étoile polaire, d'abord choisie comme étalon, fut remplacée en 1882 par λ Petite Ourse, l'éclat de la Polaire ayant été reconnu variable. Sa variation n'a d'ailleurs eu aucun effet appréciable sur la grandeur finale, l'étalon réel étant la grandeur moyenne de 100 étoiles circompolaires de la cinquième grandeur environ, observées chacune de deux cents à trois cents nuits (HARVARD, A., t. LXXI, p. 2).

Quoique les mesures photométriques soient susceptibles d'une précision relativement très grande, la nécessité de les corriger pour l'absorption atmosphérique (voy. p. 45), de façon à obtenir l'éclat de chaque étoile tel qu'il serait si elle était au zénith, et à rendre les déterminations strictement comparables, introduit un élément d'incertitude qui nuit à leur exactitude définitive. L'absorption atmosphérique varie, en effet, du zénith à l'horizon, selon une loi qui doit être établie par des observations nombreuses et délicates; elle dépend d'ailleurs non seulement des conditions météorologiques, mais du moment de la nuit; elle ne peut donc pas être connue avec une précision comparable à celle des mesures photométriques dont elle diminue par suite nécessairement l'exactitude.

Les déterminations photométriques mettent en évidence des particularités de l'œil qui sont de grande importance dans l'observation visuelle des étoiles variables. Des étoiles photométriquement égales semblent inégalement brillantes à l'œil, et le sens et l'étendue de la différence varie selon les observateurs. D'autres étoiles, entre lesquelles l'œil n'apprécie aucune différence sont trouvées, photométriquement, différer d'éclat parfois jusqu'à une demi-grandeur. La couleur et la

nature chimique des rayons gouvernent l'intensité lumineuse perçue par l'œil ou indiquée par différents types de photomètres, d'une manière fort complexe qui jusqu'ici a défié les efforts faits pour expliquer le mécanisme physiologique qu'elles mettent en jeu.

L'existence d'un catalogue photométrique permet l'extension de la détermination de la grandeur des étoiles par la voie photographique, en rendant possible la détermination exacte des constantes de la formule qui exprime la relation existant entre l'éclat d'une étoile et le diamètre de l'image qu'elle forme sur la plaque photographique. Cette relation est généralement soit de la forme.

$$m = C - A \times \log . d \qquad (3)$$

soit la forme

$$m = C - A \sqrt{d}. \qquad (4)$$

m étant la « grandeur photographique » de l'étoile, d le diamètre de son image photographique (cette image est le plus souvent elliptique, auquel cas la demi-somme du grand et du petit axe remplace le diamètre) et C et A des constantes pour la plaque donnée. Lorsque, parmi les étoiles dont l'image se trouve sur la plaque, il s'en trouve plusieurs dont la grandeur est connue photométriquement, chacune d'elles donne par le remplacement de m et de d par leur valeur numérique une équation de condition entre C et A. Les équations de condition sont combinées par une méthode de calcul, telle que la méthode de Cauchy (voy. p. 71) qui donne la valeur moyenne de ces constantes qui satisfait le mieux les équations considérées toutes ensemble.

On obtient donc ainsi une équation numérique qui permet de calculer m pour toutes les étoiles dont le diamètre a été mesuré [voir pour une étude intéressante, par le Prof. H. H. TURNER, « Sur la détermination des grandeurs stellaires par voie photographique » M. N. R. A. S., t. LXV, p. 755]. Le Grand Catalogue astrographique donne la grandeur photographique des étoiles, à un dixième de grandeur près, jusqu'à la grandeur 9, 5.

La méthode photographique, cependant, est spécialement apte à donner des résultats qui diffèrent considérablement des déterminations visuelles, directes ou photométriques, par suite de la différence actinique et chromatique des rayons lumineux de différentes étoiles. (HARVARD, C., n° 160). Elle donne une forte prépondérance aux étoiles blanches, tandis que les étoiles rougeâtres ne produisent qu'une

faible impression photographique (voir pour une comparaison entre les grandeurs visuelles et les grandeurs photographiques M. N. R. A. S., t. LXII, p. 193 et 458). Un exemple suffira pour montrer combien le témoignage d'un cliché photographique peut induire en erreur : le 25 novembre 1903, une plaque (marque « Rocket ») fut exposée pendant 75 minutes avec l'équatorial astrographique de l'Observatoire de l'Université d'Oxford, et, malgré la grande pureté du ciel, elle ne montra aucune trace de la variable S. Céphée, alors près de son maximum (8,3 grandeur); c'est une étoile très rouge (POGSON, p. 91). On voit que l'opération d'assigner une grandeur correcte à une étoile de faible éclat, telle qu'un grand nombre des étoiles de comparaison employées dans l'étude des étoiles variables, n'est pas une chose aisée, ni même définitive lorsque la mesure doit servir à différents observateurs dont l'organe visuel peut être différemment impressionné.

Dans le cas d'une étoile double assez serrée, qui donne, soit à l'œil nu, soit dans un télescope de faible puissance, une impression lumineuse unique, la grandeur numérique correspondant à cette impression lumineuse unique est naturellement inférieure à la grandeur de l'étoile principale. Il est utile de pouvoir déterminer cette grandeur combinée.

Soient A et B les composantes de l'étoile double, A étant l'étoile principale, et C l'étoile double considérée comme une source lumineuse unique; soient a, b, et c les grandeurs numériques de A, B et C, respectivement, et L_A, L_B et L_C leurs éclats respectifs. On a $b - a = d$ et $c = a - x$, où d et x sont les différences de grandeur entre A et B, C et A respectivement. La formule (2) donne

$$\frac{L_A}{L_B} = 2{,}512^d \quad \text{et} \quad \frac{L_C}{L_A} = 2{,}512^x,$$

mais

$$L_C = L_A + L_B = L_A + \frac{L_A}{2{,}512^d} = L_A\left(1 + \frac{1}{2{,}512^d}\right).$$

Donc

$$L_A \times 2{,}512^x = L_A\left(1 + \frac{1}{2{,}512^d}\right)$$

simplifiant et mettant l'expression sous la forme logarithmique, on a

$$x \log 2{,}512 = \log\left(1 + \frac{1}{2{,}512^d}\right)$$

d'où

$$x = \frac{\log\left(1 + \frac{1}{2{,}512^d}\right)}{0{,}4} \qquad (5)$$

Le calcul de x nécessitant l'emploi de logarithmes, la table suivante a été calculée et permet d'obtenir immédiatement la valeur de x.

TABLEAU III

d	x	$d + x$
0,0	0,8	0,8
0,1 et 0,2	0,7	0,8 et 0,9
0,3 et 0,4	0,6	0,9 et 1,0
0,5 à 0,7	0,5	1,0 à 1,2
0,8 à 1,0	0,4	1,2 à 1,4
1,1 à 1,4	0,3	1,4 à 1,7
1,5 à 2,1	0,2	1,7 à 2,3
2,2 à 3,3	0,1	2,3 à 3,4
3,4 et au-dessus	0,0	3,4 et au-dessus

Par exemple, si les deux étoiles ont chacune la grandeur 6,8, $d = 0$, $x = 0{,}8$, $c = 6{,}8 - 0{,}8 = 6{,}0$, grandeur combinée. Cette formule, proposée par M. R. T. A. Innes (*Reference Catalogue of Southern Double Stars*, « Annales de l'Observatoire royal du Cap de Bonne Espérance », t. II, p. 10 10*a*), s'applique également au cas où l'on a mesuré la grandeur combinée, et estimé la différence des grandeurs des deux composantes. Dans les cas de α Centaure par exemple $c = 0{,}2$ et $d = 1{,}5$, la table donne $x = 0{,}2$, on a donc $a = c + x = 0{,}4$ et $b = a + d = 1{,}9$.

La formule (5) n'est pas applicable lorsque les deux composantes sont peu brillantes ; par exemple deux étoiles de dixième grandeur ont une grandeur combinée de 9,7 ou 9,8 au lieu de 9,2 donné par le calcul.

On peut aussi appliquer le calcul à un cas qui concerne particulièrement l'observateur d'étoiles variables : connaissant la grandeur d'une des composantes et la grandeur combinée de l'étoile double,

la table permet de déduire la grandeur de l'autre composante (voir M. N. R. A. S., t. LXXIII, p. 40). En effet, si l'on suppose connus c et b, on a $c = a - x$ et $a = b - d$, donc $c = b - (d + x)$ et $(d + x) = b - c$ (toujours positif, puisque la grandeur numérique combinée c est toujours plus petite que la grandeur numérique de l'étoile la moins brillante b).

Connaissant $d + x$, la table permet facilement de décomposer ce nombre en ses deux éléments d et x, et, par suite, d'obtenir a, avec une approximation suffisante. Par exemple, si la grandeur combinée d'une paire dont une composante est de 6,4 grandeur a été observée de 4,8 grandeur, $b - c = 1{,}6 = d + x$, ce qui donne $x = 0{,}3$ et $d = 1{,}3$ d'où $a = 5{,}1$.

En général, si l'éclat d'une des composantes d'une étoile double varie, l'éclat de l'autre composante varie également, mais il y a des systèmes où l'une des composantes ne varie pas : α Poissons, U Cygne, R Cassiopée, etc., et cette application de la formule de M. Innes peut rendre de grands services.

III

Nomenclature des étoiles variables et des étoiles de comparaison.

Lorsque des étoiles appartenant à une constellation et n'ayant pas reçu de lettre dans la classification de Bayer sont reconnues comme étant variables, on leur donne les lettres R, S, T,... X, Y, X, par ordre de découverte; une combinaison de deux de ces lettres est employée pour désigner une variable découverte après que ces lettres sont épuisées.

Les étoiles reconnues comme étant variables ont été réunies dans des catalogues spéciaux dont les plus importants sont celui de Seth C. Chandler et celui de Harvard College. Le troisième catalogue de Chandler a été publié dans l'*Astronomical Journal*, n° 379, et est complété par une « Revision » qui a paru dans le n° 553 de cette publication. Les étoiles y sont désignées par un numéro d'ordre qui n'est autre que le dixième du nombre obtenu en exprimant l'ascension droite de l'étoile pour 1900,0 en secondes de temps. Par exemple, R Serpent, dont l'ascension droite était à cette date 15 h. 46 m. 10 s. a le numéro 5677.

(*A suivre.*)

MAURICE-E.-J. GHEURY,
Professeur à l'Ecole polytechnique de Woolwich.

LA MÉTÉOROLOGIE ET LA PRESSE

L'un des premiers jours des vacances dernières, je me trouvais en compagnie de deux voyageurs dans un express Bruxelles-Littoral, lorsque tout à coup, je vis un journal passer rapidement d'une banquette à l'autre, en même temps que j'entendis un vigoureux : « C'est idiot ! »

Le monsieur qui venait de lancer le journal et l'épithète, reprit bientôt le journal et s'adressant à son compagnon de voyage, lui dit, en lui montrant l'article d'un grand quotidien français : « Mon cher » Georges... regarde-moi cela !... Est-il possible d'écrire de pareilles » insanités ! Tiens... lis ces élucubrations, et dis moi, toi qui connais » la question, à quoi cela rime-t-il ? Voilà comment on renseigne le » pauvre public !... etc...» L'orateur montait... montait... en se tomatifiant de plus en plus au point de vue du teint. En aparté, je bénissais l'absence de l'auteur de l'article... car nous eussions à coup sûr, assisté à un drame !

Les deux voyageurs commentaient maintenant l'article ; il s'agissait d'une question industrielle sur laquelle semblait se greffer une affaire financière assez importante, et que le rédacteur de l'article, à court sans doute de copie, devait avoir traité en ignorant et avec une désinvolture peu digne d'un organe sérieux.

Muet, j'assistais à la scène, adorant l'innocente candeur de mes deux compagnons de voyage, qui avaient encore la naïveté de croire qu'un journaliste n'écrit jamais qu'à propos de choses qu'il connaît !!

A quel degré du diapason monta leur indignation ? je l'ignore, car leur courroux était loin d'être apaisé lorsque je quittai le compartiment... Je ne me doutais guère à ce moment, qu'à quelques semaines d'intervalle, j'eus été sous le coup d'une congestion du même genre !

En effet, le 23 septembre 1913, en ouvrant le *XXe Siècle*, je trouvais en tête du journal et sous le titre : *Le temps qu'il fera*, l'article suivant auquel je me ferais scrupule de retrancher un mot :

« Le Temps qu'il fera...

» On a parlé, ces jours-ci, de la faillite de la météorologie, et ce n'est pas tout à fait sans raison. Les prévisions des observatoires quant au temps sont souvent démenties par les réalités qui surviennent, et peut-être les désaccords furent-ils particulièrement flagrants et nombreux cette année. Les météorologistes déclarent d'ailleurs que, « dans l'état actuel de la science », — c'est une formule

consacrée, — il est impossible de prédire le temps vingt-quatre heures à l'avance. Le public a donc tort d'avoir, en ceci, la raillerie trop prompte; il exige du baromètre, et de ceux qui l'étudient, plus qu'ils ne peuvent donner.

» On est, au reste, en droit de se demander s'il est bien nécessaire d'attacher de l'importance à savoir à l'avance le temps qu'il fera. Cette connaissance rendrait-elle de réels services ? Supprimerait-elle, même pour une faible part, les difficultés assurément très nombreuses qui résultent des intempéries ?

» A supposer qu'on nous eût avertis avec précision que la présente année serait fort pluvieuse, est-ce que cela nous eût permis d'en tirer un meilleur parti ? C'est à l'agriculture que les conditions météorologiques se font le plus vivement sentir. Or, les semailles peuvent-elles être retardées ? Les foins peuvent-ils attendre d'être coupés, les blés d'être rentrés, ou coupés ou rentrés avant l'heure ?

» D'autre part, avec la certitude que nous aurions à traverser tant de journées sombres, froides et contrariées par les ondées, eût-il fallu supprimer toutes les fêtes, tous les cortèges et renvoyer à l'an prochain l'Exposition de Gand ? Mais l'an prochain sera-t-il plus clément ? Et ne valait-il pas mieux, profitant d'une heureuse ignorance, essayer, comme on l'a fait, de se réjouir malgré tout et, malgré tout aussi, faire sortir les cortèges, au risque de les voir se débander sous l'averse ?

» Dans le domaine maritime non plus la connaissance du temps à subir n'aurait point une importance très pratique ni fort étendue. Assurés qu'une tempête éclatera telle jour ou tel nuit, les pêcheurs seraient libres de ne pas prendre la mer et l'équipage des bateaux à courts trajets de rester au port. Mais les navigateurs au long cours ne parviendront jamais à supprimer ce danger de leur route, et sur terre également l'annonce qu'on en pourrait faire ne servirait généralement à rien. Tout le monde se souvient de la trombe d'eau qui dévasta les environs de Louvain, il y a quelques années. Sachant sa venue, qu'aurait-on pu contre elle ?

» Bien plus que le temps qu'il fera, ce qui importe c'est le temps qu'il fait et que nous devons supporter. Ah ! s'il s'agissait de gouverner comme on le voudrait la pluie, la neige, le vent, l'orage, ce serait une autre question, et encore faut-il douter qu'on pût la résoudre dans un sens satisfaisant. Entre les campagnards et les citadins, quel sujet de discorde ! Entre ceux qui vont à la fête et ceux qui voient sécher leur jardin, quelle source de querelles ! Et comme l'Etat, sans

aucun doute, se réserverait l'administration du domaine météorologique, aux mains d'un gouvernement quel instrument politique que la dispensation de la pluie et du beau temps! Tenez pour certain qu'en régime socialiste, ou seulement radical, le soleil ne luirait jamais au bon moment pour les conservateurs.

» Il ne vaudrait rien que l'homme pût agir partout. Il est heureux que les lois naturelles échappent à son empire, que beaucoup de ses forces lui soient soustraites. Nous pouvons voir ce que les ingénieurs ont fait et ce qu'ils font encore tous les jours sur la terre, là où ils peuvent exercer leur pouvoir. Que deviendrions-nous s'ils se trouvaient capables de traiter à leur gré les éléments de l'espace? Encore ne saurions-nous plus être pleinement rassurés à l'égard du dernier où l'aéroplane s'est introduit et manœuvre avec orgueil.

» Voulez-vous que je vous dise? Les choses qui viennent de la nature sont bien faites, beaucoup mieux que notre intelligence et notre bonne volonté ne nous permettent de le savoir et de le reconnaître. S'il pleut beaucoup, soyons assurés que cela n'arrive pas au hasard et résignons-nous. Et puis, si nous étions de meilleurs observateurs, nous saurions bien voir que tout s'arrange et se répare, quoi qu'il advienne.

» Quant à savoir le temps qu'il fera, je n'y tiens pas plus qu'à connaître les ennuis qui me sont réservés. Si les rosiers ne doivent pas fleurir, nous le saurons toujours trop tôt. Rien ne permet peut-être mieux de supporter les chagrins et la bourrasque que d'être pris par eux à l'improviste. On n'a pas le temps de craindre, de se lamenter, de se morfondre à l'avance; c'est autant de pris sur l'ennemi. On s'attache à penser que cela ne durera guère; on escompte l'embellie et cela s'appelle l'espérance. Mais si l'on est assuré que l'embellie ne se produira pas?

» Même en matière météorologique, il est vrai qu'à chaque jour suffit sa peine. Et puisque les prévisions de l'Observatoire manquent d'autorité, mieux vaudrait sans doute, pour le bon renom de cet établissement, qu'on les supprimât. Je crois d'ailleurs me souvenir que cette suppression fut proposée, il n'y a pas bien longtemps, par un météorologiste probablement humilié d'avoir à fournir journellement au pays des indications aussi imprécises que banales.

» C'est d'autant plus inutile que pour faire prévoir les changements de temps prochains il y a, pour l'ordinaire, des signes avant-coureurs : ainsi l'aspect de l'horizon, la manière dont le soleil se couche

et la lune se présente, le bruit du vent dans les cheminées, les allures de certains animaux. Et ceci, qui est souvent plus sûr, a, par surcroît, le mérite d'être beaucoup plus pittoresque que le baromètre officiel.

» CHANTEFLOR. »

Bien qu'abonné depuis longtemps au *XXe Siècle*, je n'ai jamais remarqué si son collaborateur, M. « Chanteflor » (que je n'ai du reste pas l'honneur de connaître), s'était fait une spécialité des questions scientifiques; mais je vais lui prouver, combien il est dangereux de s'occuper de sujets sur lesquels on n'est pas documenté.

J'analyserai son article en m'arrêtant surtout à quelques points saillants et pour lui montrer le bien-fondé de mes remarques, je me permettrai de faire de nombreux emprunts à une brochure publiée récemment par M. MANLEY-BENDALL, secrétaire général de la Société d'Océanographie du golfe de Gascogne. Cette très intéressante notice, fruit d'une mission en Amérique, est intitulée : *Le service météorologique des Etats-Unis* et résume l'organisation complète du Weather-Bureau, organisation, comme le dit très bien M. Manley, qui a rendu à l'heure actuelle, à la science pure et à la vie pratique des services et des bienfaits dont on ne saurait exagérer l'importance; résultats féconds qui sont pour la grande république de l'Amérique du Nord des titres de gloire scientifique, dont elle doit s'enorgueillir à juste titre et que peuvent lui envier beaucoup de nations de notre vieille Europe!

* * *

M. Chanteflor dit, en nous parlant de la faillite de la météorologie : « Les météorologistes déclarent que dans l'état actuel de la science, il est impossible de prédire le temps vingt-quatre heures à l'avance ».

Or, M. Manley nous apprend au contraire qu'en Amérique, déjà tous les dimanches une prévision est faite *pour la semaine qui suit :* probabilités de pluies dans les districts de production intensive du blé, gelées possibles, mouvements probables des différents centres de pressions. Les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont des plus encourageants.

Pour ne citer qu'un seul exemple : il a été observé que des variations de pression sur le Pacifique, dans les parages des Hawaï, précèdent de plusieurs jours certains changements sur la côte américaine et sur le continent entier; l'étude des conditions générales sur l'hémi-

sphère nord et des relations habituellement observées entre les centres d'actions ont permis d'annoncer certaines perturbations plus d'une semaine à l'avance.

Quant aux prévisions journalières elles sont toujours déduites, si possible, pour trente-six ou quarante-huit heures.

Il y a quelques années, j'enseignais, sur la foi de renseignements pris à bonne source, que le bureau de Washington estimait le pourcentage de ses prévisions exactes à plus de 70 p. c. M. Manley nous dit, qu'à l'heure actuelle, on estime à 85 p. c. les prévisions qui tombent juste; il est vrai, qu'il convient de remarquer, que cette large proportion est due, en dehors de l'excellente transmission des dépêches du matin, à ce qu'aux Etats-Unis, dont la surface s'approche de celle de l'Europe, les aires de basses pressions, prenant naissance dans l'Ouest du pays, traversent le territoire, ce qui permet aux régions de l'Est d'en prévoir la marche et l'arrivée, dans des conditions bien différentes de celles des contrées occidentales de l'Europe.

Il va sans dire, que la proportion des prévisions justes dépend de la situation particulière du point où elles sont faites. Boston, par exemple, est situé peu heureusement sur le parcours de presque tous les centres de basses pressions, aussi bien des tempêtes venant du N.-W., que de celles remontant la côte du golfe du Mexique. La difficulté de connaître les conditions exactes sur l'Atlantique fait tomber la moyenne des « justes » des mois d'avril et de mai à 70 p. c., car la présence d'une perturbation en mer, n'indique pas si la région côtière sera affectée; tandis qu'en d'autres saisons, une réussite de 92 p. c. n'est pas rare.

Une faillite qui donne aux créanciers des 70 des 85 et des 92 p. c. de dividende! Qu'en pense M. Chanteflor?

Il est vrai que pour arriver à pareil résultat il faut mettre autre chose en jeu que le baromètre!

* * *

M. Chanteflor se demande : s'il est bien nécessaire d'attacher de l'importance à savoir à l'avance le temps qu'il fera!

J'ai toujours cru, que depuis la plus haute antiquité, l'homme s'était évertué à chercher sous une forme quelconque, les causes des variations nombreuses qui se produisent dans l'océan atmosphérique où s'écoulent ses jours; j'ai toujours cru que ce n'était pas uniquement le simple désir de *savoir*, mais surtout le grand désir de *prévoir* qui le poussait à cette recherche!

Ce désir, du reste, ne paraît pas seulement propre aux nations civilisées, puisque chez tous les peuples, même les moins civilisés, les voyageurs ont rencontré des notions de météorologie.

Le but utilitaire ne saute-t-il pas aux yeux?

* * *

M. Chanteflor doute des services rendus par les prévisions, parce qu'elles ne suppriment pas les difficultés nombreuses qui résultent des intempéries et pour peu, il proposerait aussi leur suppression!

M. Chanteflor est-il bien convaincu que le système de signalisation de nos gares supprime les difficultés nombreuses qui résultent de l'exploitation?

Dès lors, ne conviendrait-il pas de supprimer tout cela? Voilà qui allégerait singulièrement le budget!

Et voyez les bizarres conclusions auxquelles nous amène le raisonnement de M. Chanteflor. A supposer que M. Chanteflor soit averti, *avec précision*, que le train qu'il compte prendre déraillera à mi-chemin, lui sera-t-il permis de tirer un meilleur parti de cet avertissement?!

* * *

M. Chanteflor nous dit, que c'est à l'agriculture que les conditions météorologiques se font le plus vivement sentir et qu'ici aussi l'impuissance est manifeste.

Les Américains, qui n'ont pourtant pas l'habitude de tirer leur poudre aux moineaux, ne doivent pas partager tout à fait cette manière de voir, car sinon, comment expliquer que des exploitations agricoles aient installé à leurs propres frais une ligne télégraphique privée, les reliant au Weather Bureau, dans le but d'avoir aussitôt que possible les pronostics émis?

Au surplus, écoutons M. Manley :

« A de nombreuses reprises, dit-il, les associations commerciales de cultivateurs de fruits, les chambres de commerce des régions agricoles, ont reconnu les services importants rendus par les prévisions du service météorologique, et récemment, l'une d'elles, de sa propre initiative, écrivait au directeur, que près de 2 millions et demi de dollars (soit 12 500 000 francs) avaient été sauvés du désastre grâce à *un seul* de ces avertissements. »

Il ajoute : « Il n'est pas de sphère d'activité humaine dans laquelle

des prévisions sérieuses, faites suffisamment à l'avance, ne puissent être d'une utilité incontestable. Par exemple, les compagnies de chemins de fer font un usage continuel des prévisions, vu les immenses distances que les trains de marchandises délicates (primeurs, fruits, marée, etc.) ont à parcourir, et des précautions spéciales sont prises en vue des conditions probables à rencontrer en cours de route, etc.

L'annonce d'une vague de froid est toujours suivie d'expéditions d'œufs importantes des districts producteurs de l'Ouest à destination des marchés de l'Est, en anticipation d'une hausse de prix. Les brasseurs arrêtent leurs envois lorsque la distance à parcourir est de plus de 60 milles et la température prévue de 20°.

L'annonce des gelées de printemps dans certaines régions comme la Californie et la Floride, a une immense importance.

Dans la Floride, une valeur de 100 000 dollars de fraises a été sauvée dans une seule nuit grâce aux précautions prises, etc.

En 1910, affirme le Bureau, il ne s'est pas trouvé *un seul* cas d'insuccès dans les prévisions de gelées et pas une gelée importante qui n'ait été prédite de douze à trente-six heures à l'avance. La valeur de la récolte des fruits dans la seule Californie s'éleva, cette année-là, à près de 200 millions de francs ! »

Je pourrais allonger encore les citations, mais ceci suffira, je pense, à prouver à M. Chanteflor que la prévision météorologique au point de vue agricole n'est pas toujours un facteur négligeable?

* * *

Je laisserai de côté les considérations de M. Chanteflor à propos de l'exposition de Gand, etc., — elles sont sans importance — c'est ce que l'on appelle dans la musique « des mesures pour rien ».

Mais il est un point capital que je tiens à relever, c'est celui où M. Chanteflor traite par-dessous la jambe l'influence de la météorologie dans le domaine maritime.

M. Chanteflor ignore sans doute, qu'il existe depuis longtemps une véritable météorologie nautique, dont les règles principales sont bien connues de tous les navigateurs sérieux? Il ignore les services que peuvent rendre à un capitaine de navire qui est en mer, l'annonce par exemple, par T. S. F., de l'existence ou de l'approche d'une forte dépression, d'un cyclone ou d'une tempête, dans les parages de sa traversée; il ne se doute pas qu'il existe des règles de navigation qui enjoignent même de virer dans tel sens, de mettre à la cape de telle ou telle manière pour éviter d'être masqué par le vent, etc.?

M. Chanteflor ne croit-il pas, que si douze heures seulement à l'avance on était prévenu de l'arrivée d'une de ces grandes perturbations qui ravagent parfois nos côtes, on pourrait sauver des centaines d'existences humaines et éviter des désastres se chiffrant souvent par des millions ?

Les Américains ont si bien compris la chose qu'ils ont installé des services d'avertissements nombreux : 141 stations sur les côtes de l'Atlantique, 41 sur le Pacifique, et 59 sur les grands lacs. En outre, 42 postes de T. S. F. commandent l'Atlantique (plus 2 à Porto-Rico) et 10 existent sur le Pacifique (plus 5 dans l'Alaska).

Le Weather Bureau vient de s'entendre avec les grandes compagnies de navigations faisant le service de New-York aux Antilles et en Amérique du Sud, en vue d'obtenir par T. S. F. à 7 heures du matin et à 19 heures, l'état de l'atmosphère et de la mer aux points occupés à ces instants par leurs navires.

Le Bureau compte arriver ainsi, dans peu de temps, à envoyer sur toute l'étendue de l'Atlantique nord des avertissements aux navigateurs contre les dangers qui les menacent et à les tenir au courant des changements qu'ils sont susceptibles de rencontrer sur leur route.

Le Weather Bureau a poussé les choses encore plus loin, en établissant un service spécial de prévisions des crues, permettant aux habitants des régions menacées de prendre toutes leurs précautions contre l'envahissement rapide des eaux, auquel les expose le faisceau de rivières gigantesques qui baignent certaines parties du continent.

Environ 600 observateurs spéciaux sont attachés à ce service.

On a estimé qu'en certains cas, les avis donnés *une semaine à l'avance* aux riverains du Bas-Mississipi, ont permis de sauver pour 75 millions de francs de bétail et de marchandises diverses, en les retirant des régions qui furent inondées par la suite.

M. Chanteflor croit-il que si les Américains, en gens ultra pratiques, ne trouvaient pas une large compensation aux *8 millions* de francs qu'ils consacrent tous les ans en allocation au Weather Bureau, ils continueraient à se payer pareille fantaisie ; trouveraient-ils aux Etats-Unis plus de 10 000 personnes, parmi lesquelles 7800 collaborateurs libres, prêts à se plier à un snobisme météorologique ?

* * *

M. Chanteflor semble regretter que l'homme puisse agir dans certains domaines et il lance en passant une flèche à ces malheureux ingénieurs qui, selon lui, font des leurs partout !

De grâce, qu'il n'accable pas trop les ingénieurs. Il est possible que parmi eux, il en est qui se sont parfois mis le doigt dans l'œil et que cette distraction a pu même coûter assez cher aux contribuables, nul ne le conteste; mais que M. Chanteflor veuille bien reconnaître pourtant, que si nous n'avions pas eu une pléiade d'ingénieurs et de chercheurs géniaux dont l'humanité s'honore à bon droit, il en serait encore à mettre deux jours en patache pour se rendre de Bruxelles à Ostende!

Oui, la Nature a bien fait ce qu'elle a fait, mais elle nous a donné aussi et notre esprit et notre volonté pour tirer le meilleur profit de ce qui nous entoure.

En matière de météorologie, comme en toute autre d'ailleurs, à chaque jour suffit sa peine, et ne demandons pas à la science météorologique, vieille de soixante-quinze ans à peine, de nous prédire le temps avec la même certitude que l'astronomie nous prédit une éclipse.

Contrairement à ce que M. Chanteflor désire, laissons franchement de côté, les vieilleries de nos ancêtres, les grenouilles qui coassent quand il va pleuvoir, etc..., et attachons-nous en Europe à améliorer notre service météorologique pour que nous soyons en droit de lui demander ce qu'il donne ailleurs.

Dans cette voie, comme dans beaucoup d'autres, la presse pourrait nous être d'une grande utilité, mais elle devrait se pénétrer plus profondément de sa mission et ne pas traiter si souvent les questions à la légère!

Son rôle bien compris serait un vrai sacerdoce. *Si elle le voulait plus un coup de canon ne se tirerait en Europe.* Cela peut paraître emphatique, mais c'est rigoureusement vrai; et si un jour nous pouvions arriver à cet idéal, on pourrait employer au plus grand bien de l'humanité les millions que nous gaspillions actuellement en armement et en folies militaires!

En attendant que ce beau rêve devienne réalité, demandons simplement à la presse qu'elle veuille bien se donner la peine de réfléchir à ses écrits.

Un article comme celui que je viens d'analyser, est de nature à faire à la meilleure des causes un tort immense.

On pense comme son journal, a dit un vieux curé de campagne. Cela sera toujours vrai.

Et lorsqu'un chef de service météorologique soucieux de remplir la mission qui lui est confiée, demandera pour arriver à ses fins l'appui de

l'une ou l'autre autorité *dite compétente* — il sera parfois reçu d'un œil narquois — et expédié avec un peu d'eau bénite de cour, ou une fin de non-recevoir : il cherchera en vain, le malheureux solliciteur, ce qui lui vaut cet accueil indifférent et il ne se doutera pas que quelques jours auparavant peut-être, cette même autorité aura lu un de ces articles à tendances et que le virus y inconsciemment délayé par l'auteur aura déjà attaqué les méninges du lecteur !

Si M. Chanteflor partage, comme je l'espère, ma manière de voir, je ne doute en aucune façon qu'il se fera un plaisir d'en faire part à ses lecteurs habituels.

C'est le fait d'une grande âme que de savoir reconnaître une erreur !

VANDEVYVER,
Professeur à l'Université de Gand.

Bulletins mensuels

BULLETINS MAGNÉTIQUES

Avril 1913.

1-2. — La perturbation commencée le 31 mars vers 8 heures se poursuit encore, quoique faiblement.

3. — H, de 0 h. 3/4 à 3 h., deux ondes successives (+ 0,00008, + 0,00011); de 10 h. à 14 h., plusieurs ondes, à 13 h. 1/4 (+ 0,00011).

4. — De 11 h. à 17 h., quelques ondes, à 16 h., H (+ 0,00011); Z (+ 0,00007).

5. — De 0 h. à 2 h., onde, H (+ 0,00019); Z (+ 0,00006).

8-13. — Perturbation, remarquable le 9 par ses soudaines et fréquentes variations. Plus grande variation le 9 : D, à 18 h. 20 (— 9',3); H, à 17 h. 3/4 (— 0,00073); Z, à 18 h. 20 (+0,00050).

14. — De 17 h. 1/4 à 19 h., onde : H (— 0,00015); Z (0,00006).

15. — De 2 h. à 6 h., quelques ondes, à 3 h. 1/2 (+ 2'); de 21 h. à 24 h. 1/2 onde double troublée par d'autres plus petites (— 3',8, + 2'); H, de 3 h. à 11 h., quelques ondes, à 5 h. 3/4 (+ 0,00019); de 22 h. 1/2 à 1 h. du 16, onde double précédée d'autres plus petites (— 0,00008, + 0,00015); Z, de 22 h. à 24 h., quelques ondes, à 22 h. 1/4 (+ 0,00007).

16. — Faible perturbation. Plus grande variation : D, à 21 h. 40 (— 4',6); H, à 21 h. 50 (+ 0,00023); Z, à 21 h. 40 (+ 0,00015).

17. — H, de 6 h. 1/2 à 8 h., onde (+ 0,00011). De 12 h. à 1 h. du 18, plusieurs ondes. Plus grande valeur : D, à 23 h. 1/2 (— 3',6); H, à 23 h. 3/4 (+ 0,00019); Z, à 23 h. 1/2 (+ 0,00007).

19. — De 16 h. à 22 h., quelques légères ondes accompagnées de pulsations.

22. — H, vers 14 h. 3/4, onde (— 0,00011).

23. — De 5 h. 1/2 à 7 h. 1/2, onde : D (+ 3',1); H (+ 0,00016); Z (+ 0,00007).

24. — D, de 21 h. à 22 h., onde avec pulsations (— 2',1); H, de 20 h. 3/4 à 21 h. 1/2,

légère onde double accompagnée de pulsations; Z, vers 21 h. 1/4, onde avec pulsations (+ 0,00006).

25. — H, de 15 h. 1/2 à 17 h. 1/4, onde troublée par d'autres plus petites (+ 0,00010).

27-28. — Faible agitation qui finit aux premières heures du 28. Plus grande variation, le 27 : D, à 13 h. 1/2 (+2',8); H, à 11 h. (+ 0,00021); Z, à 12 h. 1/2 (— 0,00011). De 22 h. 1/2 à 23 1/2 h., légère onde aux trois éléments.

Mai 1913.

1. — De 10 h. à 20 h., quelques ondes. Plus grande valeur : H, à 16 h. 1/2 (— 0,00011).

2. — H, à 24 h., onde (+ 0,00010).

3. — De 0 h. à 20 h., des incessantes fluctuations.

4-8. — Perturbation. Plus grande variation : D, le 5 à 2 h. 1/2 (+ 5',2); H. le 5 à 24 h. (+ 0,00050); Z, le 4, vers 18 h. (+ 0,00015).

9-10. — Depuis les dernières heures du 9 jusqu'aux premières heures du 10, quelques ondes. Plus grande valeur : D, le 10 à 3 h. (— 2',1); H, le 9 à 23 h. 1/2 (+ 0,00017); Z, le 9 à 23 h. 1/4 (+ 0,00007).

11. — A 23 h., onde, D (— 2',1).

13. — De 3 h. 1/2 à 5 h., onde, D (+ 2'); H (+ 0,00010); de 16 h. à 21 h., quelques ondes et fluctuations, H, à 19 h. 3/4 (— 0,00011).

15. — De 9 h. à 24 h., plusieurs ondes. Plus grande valeur : D, à 19 h. 3/4 (— 2',1); à 17 h. 1/2, H (— 0,00011), Z (— 0,00006).

17. — H, à 11 h. 1/2, onde (+ 0,00010).

18. — Faible agitation. Plus grande variation à 15 h. 1/2 : H (+ 0,00015); Z (+ 0,00006).

19. — H, à 23 h. 3/4, onde (+ 0,00010).

24. — H, de 17 h. 3/4 à 20 h., quelques petites ondes, à 19 h. 3/4 (+ 0,00010).

25. — H, de 0 h. 1/2 à 2 h. 3/4 (+ 0,00015).

26. — H, de 13 1/2 á 16 h., onde (— 0,00010).

27-29. — Faible agitation en D et H. Plus grande variation : H, le 27 à 16 h. 1/4 (+ 0,00018); Z, le 28 à 11 h. 1/4 (— 0,00013).

30. — H, de 15 h. à 17 h., onde (— 0,00010).

Juin 1913.

1-4. — Perturbation un peu remarquable dès 20 h. du 1er jusqu'à 4 h. du 2. Plus grande variation le 2 : D, à 2 h. 5 (— 6',2); H, à 0 h. 50 (+ 0,00031); Z, à 1 h. 1/2, (— 0,00013).

5. — H, de 0 h. à 2 h., onde (+ 0,00011); de 17 h. à 19 h., onde (— 0,00010).

8. — A 20 h. 3/4 la composante horizontale monte rapidement jusqu'aux premières heures du 9.

9-10. — De 22 h. du 9 à 3 h. du 10 quelques légeres ondes accompagnées de rapides pulsations, D, à 1 h. 1/2 (— 2',4); H, vers 10 h. 3/4, onde (+ 0,00010).

12. — De 20 h. 1/2 à 24 h., de rapides pulsations.

13. — H, de 20 h. à 22 h., plusieurs ondes, vers 21 h. 3/4 (— 0,00011).

14. — H, de 2 h. à 4 h., onde (— 0,00010); Z, de 4 h. à 6 h., onde (+ 0,00008).

15. — Paible agitation en H et Z. Plus grande variation vers 14 h. 3/4; H (+ 0,00011); Z (+ 0,00010).

19. — Courte perturbation. Plus grande variation : D, à 20 h. 3/4 (— 2',7); H, à 18 h. 5 m. (+ 0'00019); Z, à 18 h. 3/4 (— 0,00008).

21. — Agitation en H et Z. Plus grande variation : H, à 20 h. 1/2 (+ 0,00015), Z, à 17 h. 1/2 (+ 0,00008).

22. — H, de 14 h. à 16 h. 1/2, légère onde double.

23. — A 12 h. 1/2, onde, H (— 0,00015); Z (— 0,00006). De 20 h. à 24 h., faible agitation. Plus grande variation : H, à 22 h. 50 et à 23 h. 10 (+ 0,00011); Z, à 22 h. 1/2 (+ 0,00007).

24. — De légères ondes et fluctuations pendant toute la journée. Plus grandes valeurs : H, vers 14 h. 3/4 (— 0,00015); Z, à 17 h. (+ 0,0007).

26. — De 13 h. à 18 h., quelques ondes, H, à 14 h. 20 (— 0,00011).

28-30. — Perturbation presque imperceptible en D. Plus grande variation : D, le 29 à 4 h. 1/4 (+ 3',6); le 28 à 21 h. 3/4; H (+ 0,00022); Z (+ 0,00010).

Juillet 1913.

1. — De 11 h. à 24 h., plusieurs ondes. Plus grande valeur : D, à 19 h. 3/4 (— 2',1); H, à 16 3/4 (— 0,00016); Z, à 14 h. 3/4 (+ 0,00006).

2. — H, de 12 h. à 14 h., onde (—0,00010).

3. — H, de 7 h. 1/2 à 10 h. 1/2, onde (— 0,00015).

5. — H, de 22 h. à 24 h., onde troublée par d'autres plus petites (+ 0,00010).

6. — H, de 1 h. à 4 h., onde (+ 0,00011), de 22 h. à 1 h. du 7, onde troublée par d'autres plus petites (+ 0,00019).

7. — De 10 h à 21 h , quelques ondes : H, à 17 h. 3/4 (— 0,00010); Z, à 15 h. 3/4 (+ 0,00007)

10. — De 10 h. à 21 h., légère agitation. Plus grande valeur vers 17 h. 3/4; H (+ 0,00015); Z (+ 0,00008).

11. — H, de 13 h. à 18 h., plusieurs ondes, à 15 h. 1/2 (— 0,00011).

12-15. — Perturbation. Plus grande variation le 12 : D, à 19 h. 3/4 (— 4'); H, à 15 h. 1/2 (+ 0,00023); Z, à 19 h. 3/4 (+ 0,00013).

17. — De 12 h. à 13 h., onde, H (— 0,00010 ; Z (— 0,00008).

18. — H, de 14 h. 1/2 à 16 h., onde (— 0,00011).

19. — H, de 11 h. 1/2 à 13 h. 1/2, onde (+ 0,00011).

20-21. — Perturbation. Plus grande variation le 20 : D, vers 22 h. (— 2',5); H, à 17 h. 50 (— 0,00037); Z, à 17 h. (+ 0,00010).

23. — H, de 1 h à 2 h., onde accompagnée de rapides pulsations (+ 0,00011).

24. — Légère agitation en H et Z. Plus grande variation : H, à 19 h. 1/4 (+ 0,00015); Z, à 15 h 20 (+ 0,0007).

25. — Perturbation. Plus grande variation : D, à 10 h. 3/4 (— 2'); H, à 15 h. 1/4 (— 0,00023); Z, à 16 h. 3/4 (+ 0,00010).

26. — H, de 16 h. à 18 h., onde (— 0,00011).

28. — De 21 h. 1/2 à 22 h. 1/2, de rapides pulsations.

29. — H, de 3 h. à 6 h. 1/2, deux ondes successives (+ 0,00010, + 0,00013); Z, de 4 h. 3/4 à 6 h., onde (+ 0,00006).

30. — De 20 h. 1/2 à 22 h., de rapides pulsations.

Août 1913.

2-3. — Faible agitation en H. Plus grande variation, le 2 à 20 h. 3/4 (+ 0,00019).

4. — H, de 10 h. à 22 h. 1/2, quelques ondes. Plus grande valeur à 21 h. 1/4 (+ 0,00016).

7.—H, de 12 h. à 17 h., quelques ondes. Plus grande valeur à 14 h. 3/4 (—0,00011).

9. — Faible agitation qui finit aux premières heures du 10. Plus grande variation : D, à 15 h. 1/4 (+ 2',2), à 15 h. 1/2. H (— 0,00020); Z (— 0,00009).

10. — D, à 20 h. 1/4, onde (— 2',1); H, de 11 h. à 21 h., plusieurs ondes. Plus grande valeur à 16 h. 3/4 (— 0,00011).

11. — Faible agitation aux trois éléments. En outre, de 11 h. 1/4 à 13 h., onde, H (— 0,00028); Z (— 0,00017); à 23 h. 1/4, onde, H (+ 0,00014); Z (+ 0,00010).

12. — D, à 22 h., onde (— 4'); H, à 22 h. 1/4, onde (+ 0,00016); Z, à 5 h., onde (— 0,00006), à 22 h., onde (+ 0,00011).

13. — D, de 3 h. 1/2 à 5 h. 1/2, onde (+ 4',3); H, de 2 h. à 7 h., deux ondes successives (+ 0,00012, + 0,00026); Z, de 2 h. à 3 h. 1/2, onde (+ 0,00007), de 4 h. 1/2 à 5 h. 1/2, onde (+ 0,0009).

15. — De 14 h. 1/2 à 20 h., quelques ondes. Plus grande valeur vers 18 h. : H (— 0,00019); Z (— 0,00009).

16. — De 1 h. à 6 h. 1/2, quelques ondes. Plus grande valeur : H, à 3 h. 40 (+ 0,00016); Z, à 6 h. 1/4 (— 0,00011). De 12 h. à 24 h., quelques ondes accompagnées de rapides pulsations : H, à 12 h. 3/4 (— 0,00014); Z, à 17 h. 1/4 (+ 0,00011).

18. — De 13 h. à 16 h., plusieurs ondes : Z, à 14 h. 1/2 (— 0 00006).

19. — A 0 h. 1/2, légère onde avec pulsations, Z (+ 0,00009).

23. — Faible perturbation. Plus grande variation : D, à 20 h. 1/2 (— 2',6), H, à 12 h. 5 (— 0,00016); Z, à 20 h. 1/2 (+ 0,00009).

24. — D, de 0 h. à 2 h., légère onde double; Z, à 1 h., onde (+ 0,00006).

25. — H, de 16 h. à 18 h., onde (— 0,00012).

26. — A 17 h. 1/4, onde précédée et suivie d'autres plus petites : H (— 0,00012); Z (— 0,00008).

27. — De 18 h. 1/2 à 20 h. 1/2, quelques ondes, H, à 19 h. (+ 0,00012).

28. — A 18 h., onde qui n'a pas été entièrement enregistrée.

Septembre 1913.

1. — H, de 17 h à 19 h., onde (— 0,00010); Z, à 17 h., onde (+ 0 00008).

2. — De 21 h. à 24 h., plusieurs ondes. Plus grande valeur : D, à 21 h. 1/2 (— 2'); H, à 22 h. 1/2 (— 0,00012); Z, à 21 h. 1/2 (+ 0,00008).

3. — D, à 5 h. 1/2, onde (+ 2',1); de 3 à 5 h., onde, H (+ 0,00011); Z (+ 0,00007).

6. — A 1 h. 1/2, onde : D (+ 2'), H (+ 0,00018); Z (+ 0,00007). De 8 h. à 24 h., faible perturbation. Plus grande variation : D, à 22 h. 3/4 (— 3',7), H, à 18 h., (— 0,00022); Z, à 18 h. 1/2 (+ 0,00009).

7.—D, de 2 h. 1/2 à 4 h., onde (+ 2'); H à 15 1/4 h., onde (— 0,00011); Z, à 15 3/4 h., onde (+ 0.00007).

8-10. — Perturbation peu remarquable. Plus grande variation le 9 : D, à 5 h. (+ 5',2), à 10 h., H (— 0,00040); Z (— 0,00022).

11. — A 0 h. 1/2, onde : D (— 2'); Z (+ 0,00008); H, à 6 1/2 h., onde (— 0 00010).

12. — De 10 h. à 24 h., quelques ondes. Plus grande valeur : D, à 19 h. 1/4 (— 2',2), à 23 h. 3/4, H (+ 0,00010); Z (+ 0,00009).

13. — A 0 1/2 h., onde : H (+ 0,00012); Z (+ 0,00006).

15. — A 23 h. 3/4, onde : H (+ 0,00010); Z (+ 0,00006).

16. — A 1 h., onde : H (+ 0,00010); Z (+ 0,00006).

17.— De 14 h. à 18 h , quelques ondes : à 15 h. 1/4, H (+0,00012); Z (+0,00009).

18.—De 12 h à 24 h., fluctuations.

19.— A 1 h., onde : H (+ 0,00010); Z (+ 0,00007); à 22 h. 1/4, onde : D (—2',2'; H (+ 0,00010); Z (+ 0,00009).

22-23. — Faible perturbation. Plus grande variation : D, le 22, à 24 h. (— 4'), H, le 23, à 0 h. 3/4 (+ 0,00016); Z, le 22, vers 18 h. (+ 0,00011).

25. — De 1 h. à 4 h., quelques ondes. Plus grande valeur à 3 h., H (+ 0,00012); Z (+0,00006).

26. — De 9 à 20 h., faible agitation en H. Plus grande variation, à 13 h. 1/4 (+ 0,00012).

30. — De 16 h. à 21 h , plusieurs ondes. Plus grande valeur : D, à 18 h. 1/2 (— 3'), H, à 20 h. 5 (—0,00011); Z, à 18 h 1/2 (+ 0,00009).

J.-B. ORTEGA, S.J.
Directeur de la Section magnétique.
(Observatoire de l'Ebre.)

BULLETINS SISMIQUES

Août 1913.

Le nombre des tremblements de terre enregistrés par nos sismographes (22) est le plus élevé de ceux relatifs à tous les mois de cette année ; la moyenne correspondante est 15, avec 9 comme minimum (février). De ces 22 tremblements de terre, 15 sont des plésiosismes, en général moins importants. Un de ces derniers, le nº 114, a été ressenti à Cartuja comme III Forel-Mercalli et à Grenade comme IV, bien que à l'épicentre il ait été assez sévère. Dans la ville d'Albunol, à 30 kilomètres au SSW., il a causé une panique générale ou peu s'en faut, explicable par l'émotion produite par la violence des secousses, qui ont produit du bris de vaisselle, la chute de tableaux, de tuiles, de nombreuses cheminées et des crevasses parfois importantes aux murs et cloisons, etc.

Parmi les télésismes le nº 109 a été malheureusement destructeur et meurtrier dans la portion N. et NW. du département d'Arequipa (Pérou), notamment à Caraveli et à Quicacha qui sont détruits de fond en comble, d'après la presse journalière Nos calculs faits par le procédé stéréographique du Dr O. Klotz d'Ottawa, et avec Cartuja, Hambourg et Pulkovo, mettent l'épicentre par 13°6 S. et 74° W. Gr. Celui-ci se trouverait d'après M. J. Wilip (Pulkovo seul, procédé Galitzin), par 11°9 S. — 74°3 W. L'épicentre, situé entre Caraveli et Quicacha, a pour coordonnées géographiques 15°5 S.—73°3 W.

N° VIII (Août 1913).

Nos d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Intensité	COMMENCEMENT DE P	COMMENCEMENT DE S	COMMENCEMENT DE L	MAXIMUM Heure	MAXIMUM A	MAXIMUM T	C Heure	C T	Fin du mouvement	OBSERVATIONS
					h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	μ	s.	h. m. s.	s.	h. m.	
98	1	ENE	Bif.	I*u*	*e*8-57-33 (*)	9- 8-47	9-20	9-26,3	5	18	—	—	10-	△ = 10 350 kilomètres (*) Cartuja vertical.
99	»	»	»	»	*e*17-24-15	17-35-20	17-50	18- 0-10 18- 5-16	20 15	32 21	19-25- 1	19	20-	△ = 10 150 kilomètres. — *iP* = 17 h. 24 m. 24 s.
100	5	NNW	Cart.	I*v*	23-39-22	—	23-39-25	23-39-32	9	0,7	—	—	—	△ = 23 kilomètres.
101	»	»	»	»	23-39-44	—	—	23-39-52	7	»	—	—	—	
102	»	»	»	»	23-42- 4	—	23-42- 7	23-42-11	2,5	»	—	—	23-43,4	» = 23 »
103	»	»	»	»	—	—	*e*23-46-15	23-46-18	0,2	1	—	—	23-47,3	
104	6	»	»	»	0-12-38	—	0-12-42	0-12-47	0,5	0,8	—	—	0,14,3	» = 30 »
105	»	»	»	»	2-31-21	—	2-31-24	2-31-33	2	»	—	—	2-33	» = 23 »
106	»	»	»	»	4-58-43	—	4-58-47	4-58-53 4-59- 4	4 7	» 1,0	— —	— —	—	» = 30 »
107	»	»	»	»	4-59-34	—	—	4-59-42	3	0,7	—	—	5- 0,9	
108	»	»	»	»	*i*19-39- 0	*i*19-39-6?	*i*19-39-13	19-39-36	3,5	»	—	—	19-40,6	» = 100 »
109	»	ENE	Bif.	III*u*	*e*22-27- 8	*i*22-37-37	22-48	22-57,3 — 22-59,6 — 23- 1,9 +	300 260 320	30 23 24	23-47,8	18	—	» = 9 370 kilomètres. — *iP* = 22 h. 27 m. 12 s.
110	7	»	»	I*u*	*e* 2-23-43	2-32-20	2-47	2-58,6	10	18	—	—	5-	
111	»	NNW	Cart.	I*v*	12-18-44	12-19-27	12-19-37	12-20-27	1,3	1	—	—	12-23,7	△ = 390 kilomètres.
112	8	»	»	»	*i*13-33-47	—	*i*13-33-52	13-33-55	3	0,7	—	—	13-35,1	» = 40 »
113	10	»	»	»	1- 3- 0	—	1- 3- 5	1- 3- 9	1,7	0,6	—	—	1- 5	» = 40 »
114	11	»	»	II*d*	*i* 1- 5-48	—	1- 5-53	1- 5-57	160	1,2	—	—	1-12,5	» = 40 »
115	13	ENE	Bif.	I*u*	*e* 4-40-37	¿ 4-50,3-	5-19	5-26,0		23	—	—	7- 5	
116	15	»	»	»	*e*19-17-58	19-30-41	19-45	20- 1,8		21	5-53,5	18	21-20	» = 12 600 »
117	23	NNW	Cart.	I*v*	16- 8-40	—	16- 8-50	16- 8-54	1	1	—	—	16-10,3	» = 75 »
118	»	»	»	»	21-43-26	—	21-43-36	21-43-50	0,7	1	—	—	21-45,4	» = 75 »
119	31	ENE	Bif.	I¿*r*	*e* 0-2,2	—	0-5,9	0- 7,8	25	14	—	—	0-26	

No IX (Septembre 1913).

Nos d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Intensité	COMMENCEMENT DE P	COMMENCEMENT DE S	COMMENCEMENT DE L	MAXIMUM Heure	MAXIMUM A	MAXIMUM T	C Heure	C T	F	OBSERVATIONS
					h.m.s.	h.m.s.	h.m.s.	h. m. s.	μ	s	h. m. s.	s	h. m.	
120	31/VIII	ENE	Bif.	I*u*	*i* (17-31-56)	—	18-18	18-31,0	10	21			19-51	*i*2 = 17 h. 35 m. 19 s.
121	1/IX	NNW	Om.	»	*i*21-10-48	?	22- 5	22-12,8 22-14,7					23- 3	
122	2	»	»	»	—	—	*e*20- 8	21-16,1	15	26			20 1/2	
123	3	»	Cart.	I*v*	*e*16-28 26	—	16-28-46	16-28-59	1	2			16-30,4	△ = 154 kil.
124	»	»	Cart. Om.	I*u*	*i*21-11-10	21-21-46	21-53	21-57,1 22- 2,1 22-11,1		45 36 23	22-43,7	17	23-33	» » »
125	4	ENE	Bif.	I*v*	*i*11-29- 4	—	*i*11-29-10	11-29-10	100	1			11-30,5	» 46 »
126	16	»	»	I*u*	*i*12- 5-24	*i*12-12-31	12-22	12-28-10	55	13			13	» 5460 »
127	30	»	»	I*r*	*i* 7-38-46	7-42-56	7-45	7-52					8-8	» 2480 »

Septembre 1913.

Ce mois-ci s'est montré bien pauvre en graphiques et ceux-ci sont même pour la plupart peu intéressants Des sept tremblements de terre enregistrés par nos sismographes, cinq sont des télésismes et deux des plésiosismes. Un de ces derniers, le nº 125, a été ressenti faiblement à Motril (prov. de Grenade).

A ses sismes il nous faut ajouter le nº 120, du 31 août, dont l'épicentre se trouve, d'après M. J. Wilip, à quelques 11 230 kilomètres de Pulkovo. Etant donnée l'extrême confiance qui nous méritent ces renseignements toujours très exacts à de très rares exceptions près, nous sommes portés à croire que notre *i* n'est pas *i*P, mais correspond à Pr_1, ce qui mettrait notre station sismologique à quelques 12 500 kilomètres dudit épicentre.

Parmi les télésismes de septembre les plus notables ont été les nºs 126 (du 16) et 127 (du 30) Le premier appartient au continent noir et a son épicentre par 4°6 N. —37° E. (dans le voisinage du massif montagneux S de l'Abyssinie), d'après nos calculs faits avec Cartuja et Pulkovo; nous n'avons pu utiliser les observations provenant d'autres stations sismologiques qui jouissent très légitimement du plus haut crédit par suite de leurs lacunes qui s'expliquent par la nature du mouvement et par les barosismes, peu gênants pour notre Cartuja vertical, et même peu notables pour les bifilaires. M. J. Wilip met le foyer de ce tremblement de terre par 4°5 S. —39 1/2° E., et celui du correspondant à notre nº 121 (1er septembre) sur la côte NE. de la Nouvelle-Guinée par $\varphi = 0°$ S. — $\lambda = 161°$ E.

Le nº 127 (30 septembre) est un sisme qui a dû être ressenti dans l'île de Crète vers son SW. surtout, aurait son épicentre par 34°7 N.—24°3 E. d'après le Prof. Dr C. Zeiszig (Darmstadt-Jugenheim).

EMM. Mª S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de la Station sismologique
de Cartuja (Grenade).

Note

Méfaits de la foudre en octobre 1913. – Le vendredi 3, homme tué aux champs à Buvrinnes (Hainaut).

Le dimanche 5, incendie d'une grange à lin et d'une meule à lin à Peteghem-lez-Deynze (Flandre orientale). Dégâts matériels.

Le même jour, ferme frappée à Moorseele (Flandre occidentale). Dégâts matériels. Un blessé.

Coup de foudre de Buvrinnes. — Le vendredi 3 octobre, après-midi, des cultivateurs, parmi lesquels le nommé Lemaire, étaient occupés aux travaux champêtres, quant survint un orage de peu d'étendue. Deux d'entre eux se réfugièrent dans une maison voisine pour s'abriter contre la pluie qui accompagnait l'orage; pendant ce temps, Lemaire continua à travailler avec son cheval, puis il le détela.

C'est à ce moment que la foudre tomba.

Lorsque la pluie eut cessé, les campagnards qui s'étaient abrités sortirent et

virent d'abord le cheval de Lemaire sans conducteur. S'étant approchés, ils aperçurent le cadavre du malheureux gisant la face contre terre et tenant encore la corde de son cheval. Celui-ci était indemne.

La victime portait deux blessures au haut de la tête et une à la joue, d'où le sang s'échappait. Ses habits étaient hachés sur la poitrine, dont les poils étaient brûlés. Les souliers étaient arrachés et déchiquetés.

Du chapeau il ne restait qu'un morceau du bord.

On ne retrouva également qu'un anneau de la chaîne de montre. L'autre partie de la chaîne et la montre avaient disparu.

Coup de foudre de Moorseele. — C'était le dimanche 5 octobre, vers 19 heures. A la ferme Soete, sise au hameau du Keselberg, sous Moorseele, le fermier, son frère, sa mère, son garçonnet âgé de cinq ans et deux petits-enfants se trouvaient réunis dans la cuisine, qu'éclairait une lampe à pétrole, suspendue au plafond.

Dans cette place, la vieille cheminée comprenait deux compartiments, un gauche et un droit : sur ce dernier s'embranchait une petite cuisinière, qui était allumée.

Soudain une vive lumière, bleue-verte, parut dans l'âtre, suivie immédiatement d'un coup de tonnerre.

L'enfant du fermier, qui se trouvait le plus près de l'âtre, fut projeté à 2 mètres de là, vers le milieu de la pièce; il reçut plusieurs égratignures et une balafre au mollet droit. Les autres personnes ont-elles été jetées à terre? Elles ne s'en souviennent plus. Tout ce qu'elles se rappellent c'est d'avoir ressenti une forte commotion.

La lampe à pétrole fut éteinte sur le coup.

Au bruit qu'elles venaient d'entendre, la fermière et la servante, occupées à traire les vaches, accoururent de l'étable. On fit de la lumière et l'on constata alors que la cuisinière était réduite en morceaux. La cheminée droite était démolie et le tronçon qui dominait les toits, abattu. Des vitres étaient brisées. La foudre avait également démantibulé une bicyclette.

Montant immédiatement au grenier, après le premier émoi, le fermier vit deux sacs qui flambaient près du trou de la cheminée. Aucune trace de feu ailleurs.

Sur une armoire un crucifix de bois et deux statuettes avec globe étaient déplacés de vingt centimètres.

Félix Bertyn.

Bibliographie

Collard, A. — Bibliothèque de l'Observatoire royal d'Uccle et de l'Institut royal météorologique. — Catalogue alphabétique des livres, brochures et cartes, t. III. Accroissements de 1910-1912.

Ce premier supplément rédigé suivant le même plan que le catalogue alphabétique contient la liste des accroissements de 1912. On voit que M. Collard tient au courant avec célérité l'utile et grand travail qu'il a mené à bonne fin et tous les travailleurs des domaines astronomique et météorologique lui en seront reconnaissants.

E. L.

NOTES PRATIQUES SUR L'OBSERVATION VISUELLE DES ETOILES VARIABLES

(*Suite*).

Le « Harvard Provisional Catalogue of Variable Stars » a paru en 1903 au t. XLVIII des *Annales de Harvard College*. Il contient 1227 variables. Un premier supplément de 82 étoiles variables nouvelles a été publié (HARVARD C., n° 77) et a été suivi par près de trente listes supplémentaires publiées sous la forme de circulaires. Les étoiles y sont représentées par un numéro d'ordre de six chiffres, dont les quatre premiers donnent les heures et minutes de l'ascension droite et les deux derniers les degrés de la déclinaison de l'étoile. Par exemple U Orion située par 5 h. 49 m. 50 s. et + 20° 9,5' a le n° 054920. Les numéros des étoiles de l'hémisphère austral sont imprimés en italique. S'il arrive que deux étoiles ont le même numéro, on fait suivre ce numéro des lettres *a, b, c*, etc., dans l'ordre de découverte.

Le nom des étoiles de comparaison est de moins d'importance, du moment qu'il n'y a aucun doute sur leur identification. On peut leur donner les lettres de l'alphabet, *a*, *b*, *c*, etc., ou des numéros d'ordres, 1, 2, 3, etc. De ces deux nomenclatures, la seconde est la plus recommandable, car Bayer a employé les lettres *b*, *c*, *d*, etc., et la première méthode peut causer confusion. De plus, le nombre des étoiles de comparaison peut dépasser celui des lettres de l'alphabet, et l'on serait conduit à employer des suffixes ou des indices objectionnables.

Ces deux méthodes nécessitent l'emploi d'une liste donnant la grandeur des étoiles de comparaison, et pour éviter cette complication on donne parfois aux étoiles un numéro formé de leur grandeur, à un dixième près, sans virgule décimale. A une étoile de grandeur 10,2, par exemple, on donne le numéro 102, et il n'est alors pas nécessaire d'avoir recours à un autre document que la carte. On peut opposer à ce système l'objection que, dès que l'observateur a noté sa première comparaison, il connaît la grandeur approximative de la variable, et ses observations subséquentes peuvent n'être pas

entièrement libres de l'influence de cette connaissance. Les deux premières méthodes, d'autre part, laissent l'observateur dans l'ignorance de la grandeur des étoiles qu'il emploie, même s'il connaît leur lettre ou numéro. L'emploi des nombres 1, 2, 3, etc., par ordre de grandeurs numériques croissantes semble le plus recommandable.

IV

Classification des Etoiles variables et considérations d'ordre physique.

M. le prof. Pickering a proposé la classification suivante des étoiles variables (*Proceedings of the American Academy*, t. XVI, p. 17 et 257), selon la nature de leur variation :

Classe I. — Etoiles nouvelles ou temporaires.
Classe II. — Etoiles variables à longue période.
Classe III. — Etoiles variables irrégulières ou de faible amplitude.
Classe IV. — Etoiles variables à courte période.
Classe V. — Etoiles variables à éclipse.

Cette classification, qui est des plus rationnelles, a été suivie dans cette étude, mais l'ordre a été changé pour permettre un meilleur exposé des causes de la variabilité, les étoiles dont la cause de la variabilité est connue avec certitude étant considérées en premier lieu.

A. Classe V. — *Etoiles à éclipse.* — Les étoiles de cette classe sont des étoiles doubles en mouvement orbital rapide dans un plan coïncidant approximativement avec le rayon visuel; la période de révolution régit la variation d'éclat qui s'accomplit avec une exactitude chronométrique sans aucun changement dans la nature de la lumière émise. Cette variation consiste en une diminution temporaire d'éclat, très régulière et symétrique, qui ne peut être due qu'à une éclipse mutuelle des deux composantes.

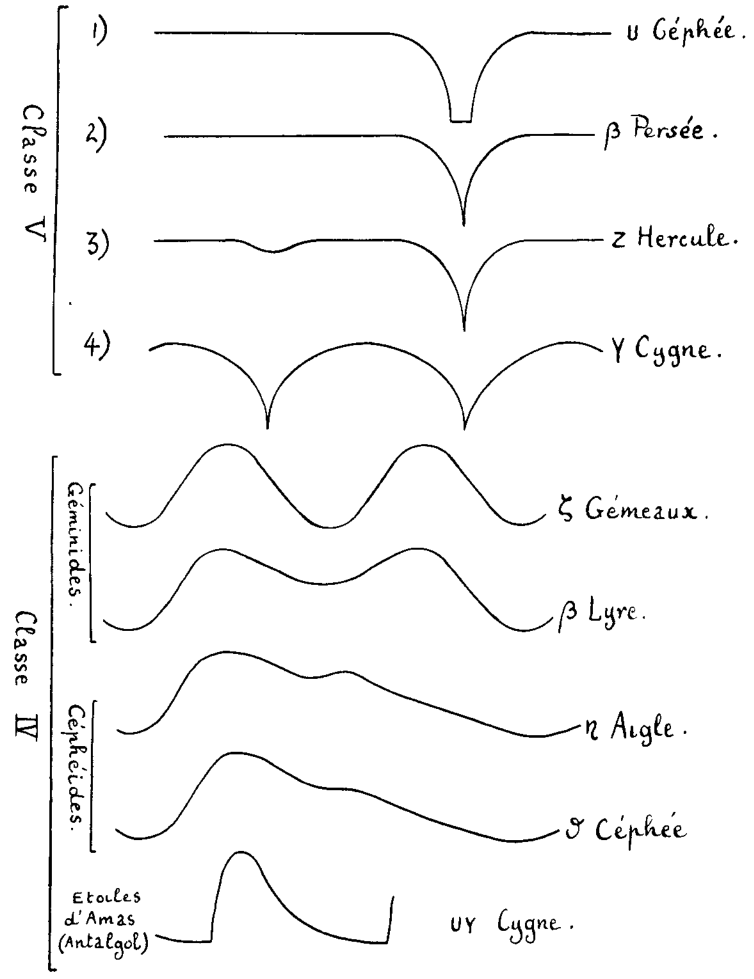
On a reconnu quatre types différents, chacun correspondant à des particularités différentes dans l'apparence que présente le mouvement orbital.

1° Minimum de durée perceptible à chaque révolution : l'étoile consiste en un large globe semi-obscur et une étoile brillante de moindre dimension qui est éclipsée pendant un certain temps, l'éclipse de l'étoile sombre n'étant pas perceptible; type : U Céphée;

2° Minimum instantané à chaque révolution : même disposition

physique, mais les deux étoiles sont presque de même dimension et l'éclipse ne dure par suite qu'un instant ; type : β Persée (Algol) ;

3° Minimum très prononcé, et une diminution momentanée d'éclat se succédant alternativement à chaque demi-révolution : l'une des



Types de Courbes de Variables.

Fig. 1

étoiles est moins obscure que dans le cas précédent, et son éclipse est justement perceptible; type : Z Hercule;

4° Deux minima non nécessairement égaux à chaque révolution : deux étoiles brillantes s'éclipsant mutuellement; type : Y Cygne.

La figure 1 montre la courbe de variation lumineuse de chacun de ces types. Les déductions relatives à la nature physique des deux astres dont le mouvement produit l'effet observé sont basées sur l'analyse spectroscopique de la lumière de l'étoile et sont établies sans aucun doute possible.

B. Classe IV. — *Etoiles à courte période* (jusqu'à trente jours). — Les étoiles de cette classe sont également des étoiles doubles dont la période régit la variation qui s'accomplit par suite généralement avec une grande exactitude, de même que pour les étoiles à éclipse. Le fait que le minimum ne coïncide pas avec l'instant où les deux composantes sont en conjonction fait cependant rejeter l'hypothèse d'une éclipse. Ces variables sont en général relativement brillantes, leur couleur est blanche ou jaune et leur spectre est analogue à celui de Sirius (spectre d'absorption de l'hydrogène) ou à celui du Soleil (spectre d'absorption métallique). L'amplitude de la variation est faible, une ou deux grandeurs seulement.

Tandis que dans le cas des étoiles à éclipse, la connaissance de la nature des conditions physiques causant la variation est un fait acquis, il n'en est pas de même pour les étoiles de cette classe, la cause de leur variation restant jusqu'ici dans le domaine hypothétique. Elle a été expliquée par la supposition que ces étoiles sont des corps doubles de forme allongée, très près l'un de l'autre ou peut-être actuellement en contact. La rotation d'un corps allongé autour d'un petit axe est accompagnée de fluctuations d'éclat, la surface lumineuse visible variant avec l'angle que le grand axe de l'ellipsoïde fait avec le rayon visuel, et l'effet d'éclipses partielles s'y ajoute probablement. (Voy. pour une étude de cette cause de variation : M. N. R.A. S., t. LXIII, p. 527.) L'existence de marées dues à la proximité des deux corps et affectant la variation lumineuse de certaines étoiles de cette classe, β Lyre et U Pégase, par exemple (Géminides), est rendue vraisemblable par des changements dans la nature du spectre qui sont approximativement synchrones et correspondent avec la période. (Voy. pour une étude de β Lyre, *Problems in Astrophysics*, par Miss A.-M. Clerke, p. 337; — M. N. R. A. S., t. LVII, p. 6;

— HARVARD A., t. XXVIII, p. 103; — *Astrophysical Journal*, t. VII, p. 1.)

On divise cette classe en trois sections dont les courbes lumineuses sont données dans la figure 1.

1° Géminides; type : ζ Gémeaux. La variation lumineuse présente à chaque période deux minima généralement inégaux; elle se fait d'une façon continue, sans aucune pause, et elle est symétrique, le maximum étant approximativement au milieu de l'intervalle moyen séparant deux minima. L'obscuration n'est pas causée par une éclipse, quoique la variation de lumière dépende du mouvement orbital, puisqu'elle s'accomplit exactement dans le même intervalle de temps.

2° Céphéides; type : δ Céphée. La variation n'est nullement symétrique, l'augmentation d'éclat est environ deux fois plus rapide que la diminution, qui est, en outre, caractérisée par une pause bien marquée qui, dans certains cas (η Aigle, par exemple) s'accentue jusqu'à former un maximum secondaire. Le spectre reste invariable, et son étude prouve que la variation d'éclat n'est pas due à une éclipse, bien qu'elle dépende certainement du mouvement orbital du système. (Voy. *The Observatory*, janvier 1913, p. 59.)

3° Antalgols ou variables d'amas globulaires. Ces étoiles, dont la période est généralement très courte (quelques heures seulement), sont caractérisées par une augmentation d'éclat excessivement rapide (jusqu'à une grandeur entière en vingt minutes, dans le cas de S Autel) et une pause prolongée au minimum qui, dans certains cas, s'étend sur une demi-période. Ces changements se font avec une précision mathématique qui ne permet qu'une seule explication : un mouvement orbital. Par suite du faible éclat des étoiles de ce groupe, de la treizième à la quatorzième grandeur, il a cependant été jusqu'ici impossible d'obtenir quelque évidence spectroscopique concernant la duplicité de ces astres singuliers. La nature de la variation lumineuse ne s'accorde d'ailleurs nullement avec l'hypothèse d'une éclipse causale quelconque. Consistant en une soudaine augmentation de lumière interrompant une phase de faible éclat, elle est plutôt en accord avec un phénomène inverse, quoiqu'il soit difficile d'émettre une hypothèse sur sa nature, d'où le nom d'Antalgol donné à ce type de variabilité.

La présence des variables de ce groupe dans les amas globulaires, presque à l'exclusion de toute autre distribution, est une autre carac-

téristique inexpliquée; l'amas ω Centaure en contient 128 à lui seul, et il en existe plus d'un millier dans les Nuages de Magellan (HARVARD C., n°s 82, 96 et 100). Il existe quelques exceptions, mais elles sont extrêmement rares : S Autel, Y Lyre, UY Cygne, Y Cocher et 14.1904 Cygne sont à peu près les seules connues. La première et la dernière, un peu plus brillantes que les autres (de 9,5 à 10,5 grandeur environ), permettront peut-être au spectroscope de décider sur le caractère orbital de leur variation (Voy. M.N.R.A.S., t. LXIII, p. 310, et t. LXV, p. 253; B.S.A.F., 1898, p. 90).

C.— Classe II.— *Étoiles variables à longue période;* type : Mira (o Baleine). — Ces étoiles ont une période variant de un mois à deux ans. On ne connaît pas d'étoiles périodiques dont la période s'étende à plusieurs années (excepté notre Soleil lui-même, dont la période, de onze ans et deux mois en moyenne, est d'ailleurs sujette à de considérables irrégularités).

Il est à remarquer que la ligne de démarcation entre les périodes des étoiles des classes IV et II est très marquée. Très peu d'étoiles de la classe IV ont une période de près d'un mois, le plus grand nombre accomplissant leur cycle en quelques jours seulement ou même en quelques heures. La plupart des étoiles à longue période ont un cycle de presque une année et, à mesure que l'on approche de la limite commune aux deux classes, le nombre des variables diminue rapidement, et il n'y en a guère qu'une dizaine dont la période est d'une trentaine de jours environ. Cette distribution n'est certainement pas due au hasard, et est sans doute l'indication d'une différence physique dans la cause de la variation.

Les étoiles à longue période sont généralement invisibles à l'œil nu, excepté vers le maximum, et l'amplitude de la variation est considérable (six ou sept grandeurs et parfois davantage). A son plus grand éclat, observé en 1779, Mira a presque atteint la première grandeur, tandis qu'en 1783, elle est devenue invisible dans un télescope montrant les étoiles jusqu'à la dixième grandeur. Une différence de neuf grandeurs correspond à une variation d'éclat de $2{,}512^9 = 3{,}980$ (Voy. p. 295), c'est-à-dire qu'à ce maximum l'étoile émettait presque 4,000 fois plus de lumière qu'au minimum !

La variation des étoiles de la classe II est loin d'être aussi ponctuelle que pour les étoiles à courte période, et la forme de la courbe lumineuse varie aussi considérablement. Elles sont toutes de couleur rougeâtre et ont un spectre traversé de bandes d'absorption, et carac-

térisé par les lignes d'émission de l'hydrogène. Le *modus faciendi* de leur variation a été le sujet d'hypothèses nombreuses. La variation est accompagnée de changements spectroscopiques indiquant l'existence de perturbations physiques intenses, qui font rejeter toute cause superficielle ou extérieure, telle que la rotation de globes inégalement lumineux sur l'étendue de leur surface, l'établissement d'un voile opaque de vapeurs, ou la formation et la destruction alternative de croûtes de scories. Laissant de côté les théories qui sont entièrement spéculatives et reposent sur des faits impossibles à démontrer, deux théories principales restent en présence. Elles ne sont pas d'ailleurs antagonistiques et peuvent agir de concert. D'après l'une, la variation serait due aux marées produites dans l'atmosphère ignée de l'étoile par l'approche de satellites circulant dans des orbites très excentriques. L'autre est basée sur l'hypothèse que les étoiles en question sont, comme notre Soleil, sujettes à une circulation intérieure qui maintient leur radiation et qui s'opère par des mouvements tourbillonnaires ascendants (dont les noyaux, dans le cas du Soleil, constituent les taches dont le disque de cet astre est souvent parsemé) soumis à un régime d'oscillations à présent bien connu, mais dont la vraie cause est encore un mystère (Voy. B.S.B.A., 1907, p. 179, et M.N.R.A.S., t. LXIV, p. 747). L'apparition des taches indiquerait donc une recrudescence d'activité, et ne serait pas la cause d'un obscurcissement du disque, comme on pourrait le croire, l'effet de la diminution de la surface lumineuse étant plus que compensé par l'augmentation d'éclat due à l'apparition des facules qui accompagnent les taches. Cette théorie a été placée par le Prof. H.-H. Turner sur une base mathématique des plus sérieuses et semble la plus probable (M.N.R.A.S., t. LXIV, p. 543; t. LXVII, p. 332, 489; t. LXVIII, p. 482; *The Observatory*, janvier 1913, p. 37). Elle a reçu une confirmation dans les changements qui se produisent dans le spectre des taches solaires, changements qui correspondent à la période des taches, et par suite desquels le spectre solaire a, vers l'époque du maximum des taches, une tendance à assumer un caractère semblable à celui de Mira vers l'époque de son maximum d'éclat (spectre à raies brillantes). Le R. P. Cortie supporte une théorie analogue, appuyée principalement sur l'évidence du spectroscope, mais, selon lui, le maximum des taches constitue la phase qui correspond au minimum d'éclat (Voy. « Sur l'étoile variable o Baleine » B.S.B.A., 1908, p. 258, Voy. aussi *Astrophysical Journal*, septembre 1907).

D.— Classe III. — *Étoiles variables irrégulières;* type : R Couronne boréale. — On ne peut assigner à ces variables aucune période. Elles sont sujettes, soit à de soudaines diminutions d'éclat, comme R Couronne boréale, soit à des recrudescences d'activité lumineuse, comme SS Cygne (Voy. J.B.A.A., t. XX, p. 295; t. XXI, p. 255; t. XXII, p. 176, 186 pour SS Cygne; t. XX, p. 414, et t. XXII, p. 90 et 362 pour R Couronne). Les vicissitudes accidentelles auxquelles un globe igné est exposé sont nombreuses et variées; extinctions partielles, recrudescences, émission de gaz enflammés, etc., et les hypothèses ne manquent pas; jusqu'à présent aucune d'elles n'a reçu de confirmation sérieuse.

D'après les travaux de E.-T. Whittaker, il est possible qu'une partie au moins des variations d'éclat des étoiles de ce genre ait une allure périodique (Voy. M.N.R.A.S., t. LXXI, p. 686 : « Sur les lois qui gouvernent la variation de SS Cygne »).

E. — Classe I. — *Étoiles temporaires* (Novæ). — Tandis qu'une étoile de faible éclat, mais connue, qui monte soudainement dans l'échelle de grandeur pour retomber ensuite au rang des étoiles télescopiques, est classée parmi les étoiles variables irrégulières dans l'expectation qu'une recrudescence nouvelle peut se produire, le nom d'étoile temporaire ou de « Nova » est spécialement donné à des astres qui deviennent soudainement visibles sans que l'on puisse leur assigner une existence certaine antérieure à leur découverte. Leur apparition est donc l'objet des mêmes considérations hypothétiques que l'on avance pour l'explication des variables irrégulières à soudaine augmentation d'éclat. On peut y ajouter, dans tous les cas où une seule conflagration se produit pour un astre donné, la possibilité du passage de l'astre à travers un milieu résistant (essaim de corpuscules ou nébuleuse) ou d'une collision entre deux corps célestes, l'énergie cinétique détruite dans ces deux cas réapparaissant sous forme d'énergie calorique et lumineuse.

V

Méthode d'observation.

La grandeur visuelle d'une étoile variable s'obtient par la comparaison de l'éclat de l'étoile avec l'éclat d'autres étoiles situées dans son voisinage, et appelées « étoiles de comparaison ».

Par « une observation » on entend la moyenne des déterminations

faites par un même observateur, la même nuit s'il s'agit d'une étoile à longue période, ou bien la moyenne des observations faites presque simultanément par un même observateur et destinées à être combinées pour donner la grandeur de la variable à un instant donné s'il s'agit d'une étoile à courte période ou d'une étoile à éclipse.

On peut classer les méthodes d'observation en deux groupes principaux, selon que l'on emploie dans les comparaisons d'éclat une unité que l'on s'efforce de maintenir aussi constante que possible, le degré ou « pas » (méthode d'Argelander et ses modifications) ou une unité qui varie selon la différence de grandeur des étoiles que l'on compare, mais qui est une fraction connue de cette différence de grandeur (méthode fractionnaire). La première est généralement employée par les astronomes de profession, dont l'organe visuel, continuellement occupé à la détermination des grandeurs stellaires, s'accoutume par suite aisément à une unité de mesure sensiblement constante dans les limites où le fonctionnement physiologique de cet organe reste le même. Elle ne suppose pas nécessairement connue la grandeur des étoiles de comparaison, grandeur qui s'obtient soit par le calcul d'après les observations elles-mêmes, soit par des observations spéciales. La seconde s'adapte mieux aux besoins de l'amateur qui observe d'une façon moins soutenue; elle suppose la connaissance des grandeurs photométriques des étoiles de comparaison; elle ne peut donc pas être employée pour une région du ciel qui est vierge de toute observation de grandeur stellaire, cas dans lequel la méthode des degrés est la seule applicable.

A. Méthode fractionnaire. — Elle suppose l'existence d'une carte des étoiles avoisinant la variable, et la connaissance de la grandeur de celles de ces étoiles que l'on emploiera comme étoiles de comparaison.

On choisit deux étoiles de comparaison dont l'éclat est voisin de celui de la variable, l'une plus brillante et l'autre moins brillante que cette dernière; on divise mentalement l'intervalle de grandeur séparant ces deux étoiles en quatre ou cinq parties égales et on estime le nombre de ces parties compris entre la grandeur d'une des étoiles de comparaison et la grandeur de la variable. On tient note des observations de la manière suivante :

a) V = 24
b) 23 (2) V (2) 26
c) 21 (2) V (3) 30

signifiant : *a*) la variable a le même éclat que l'étoile n° 24; *b*) la variable est intermédiaire entre les étoiles de comparaison n°s 23 et 26; *c*) si la différence entre les étoiles de comparaison n°s 21 et 30 est divisée en 2 + 3 = 5 parties égales, la différence entre la variable et l'étoile n° 21 est égale à deux de ces parties. Les nombres indiquant la fraction de l'intervalle de grandeur, deux cinquièmes, deux quarts, etc , sont placés entre parenthèses pour éviter toute confusion, mais cela n'est pas nécessaire si les étoiles de comparaison sont désignées par des lettres; l'étoile la plus brillante est généralement placée la première, mais cela n'est pas essentiel.

Supposons que l'on ait

Étoile	Grandeur
N° 21	9,40
» 23	9,42
» 24	9 69
» 26	9,70
» 30	9,93

on a alors

$$a)\quad V = \qquad 9{,}69$$

$$b)\quad V = \frac{9{,}42 + 9{,}70}{2} = \qquad 9{,}56$$

$$c)\quad V = 9{,}40 + \frac{2}{5}\,(9{,}93 - 9{,}40) = 9{,}61$$

$$\text{Grandeur moyenne} = 9{,}62$$

On n'attache généralement pas d'importance à la seconde décimale (centième de grandeur), qui résulte simplement des calculs et on arrondit la grandeur calculée à la première décimale. L'accord entre les différentes mesures donne une idée de leur exactitude. On voit que, comme l'a si bien exprimé F. de Roy (B.S.B.A., 1907, p. 230) « l'œil établit entre les deux étoiles de comparaison une espèce d'échelle imaginaire sur un des échelons de laquelle il place immédiatement la variable ». La détermination de la grandeur de celle-ci ne dépend donc pas de la valeur d'une unité personnelle et possiblement variable, comme dans la méthode d'Argelander; la valeur de l'unité, quoique différant pour chaque observation, est néanmoins parfaitement définie par le nombre d'échelons employés. Ce nombre d'échelons est arbitraire, mais il n'est pas pratique de dépasser dix; il en faut naturellement au moins deux.

Il est recommandable, lorsque cela est possible, de ne pas choisir des étoiles de comparaison différant de plus d'une demi-grandeur ; les observations rentreront alors dans l'un des cinq cas suivants : 1° la variable est égale à l'étoile avec laquelle on la compare (cas (*a*) plus haut); 2° la variable est exactement d'éclat intermédiaire entre deux étoiles de comparaison (cas (*b*) plus haut) ; 3° la variable n'est pas tout à fait intermédiaire, mais distinctement plus proche d'une des étoiles de comparaison que de l'autre, la fraction est alors 2/5 ou 3/5 (cas (*c*) plus haut); 4° la variable est beaucoup plus proche d'une des étoiles de comparaison que de l'autre, la fraction est alors 1/5 ou 4/5 ; 5° la variable est invisible : on cherche alors la plus faible étoile de comparaison visible, si c'est n° 30, par exemple, on notera $V < 30$ et pour la grandeur de la variable on inscrira $V > 9{,}69$, puisque 9,69 est la grandeur de l'étoile n° 30. Si les deux étoiles de comparaison employées diffèrent d'une grandeur entière et davantage, l'emploi de dix échelons est recommandable.

La différence entre les déterminations extrêmes concourant à la détermination d'une grandeur moyenne donne une idée de l'exactitude des observations; en général elle ne dépassera pas 0,2 pour des observations de première classe. Dans le cas cité plus haut, on a $9{,}69 - 9{,}56 = 0{,}13$.

S'il n'est pas possible de placer l'éclat de la variable entre celui de deux étoiles de comparaison, on placera l'éclat d'une des étoiles de comparaison entre celui d'une autre étoile de comparaison et celui de la variable elle-même ; par exemple, V (1) 26 (4) 30 donne $V = 9{,}70 - 1/4\,(9{,}93 - 9{,}70) = 9{,}64$, les étoiles de comparaison étant les mêmes que dans les observations données plus haut.

Il est bon de ne pas faire la réduction des observations qui viennent justement d'être faites, mais de laisser toujours quelques semaines d'observations non calculées entre les observations déjà réduites et celles que l'on fait actuellement, de façon à rester dans l'ignorance de la grandeur actuelle de la variable. Il est, en effet, difficile, même avec la bonne foi la plus absolue, de ne pas être influencé dans une observation quelconque lorsque l'on a une idée préconçue du résultat, et cela est surtout vrai dans le cas de mesures délicates comme celles qui nous occupent. Si l'on se souvient, par exemple, que l'étoile était de 9,8 grandeur la dernière fois qu'elle a été observée, et si l'on sait qu'elle est sur la branche ascendante de sa variation, on sera tenté d'exagérer une différence observée avec une étoile d'éclat 9,8 (dési-

gnée par le n°98) dans le sens où l'on sait qu'elle a varié. Cette objection à la réduction immédiate a moins de force si les étoiles de comparaison sont désignées par des lettres ou des numéros d'ordre arbitraires (voy. p. 319) et si le champ où se trouve la variable n'est pas parfaitement connu.

B. Méthode des degrés. — Le fait que l'œil peut aisément apprécier et reconnaître une faible différence d'éclat fut d'abord montré par Herschel; Argelander l'appliqua à l'estime des différences de grandeur au moyen d'une unité, purement conventionnelle d'ailleurs, le degré. Deux astres qui semblent à première vue du même éclat, mais qui sont tels que, lorsqu'on les examine avec une attention soutenue, on puisse décider que l'un est un tant soit peu plus brillant que l'autre, différent de un degré. L'unité photométrique visuelle, ou degré est donc la plus petite différence d'éclat que l'on puisse constater entre deux étoiles. On conçoit qu'elle varie d'un observateur à l'autre, chaque observateur déterminant lui-même la valeur de chaque division de l'échelle photométrique qu'il emploie. Elle reste cependant sensiblement constante pour le même observateur tant que les différences de grandeur qu'elle sert à mesurer restent au-dessous d'une certaine valeur et tant que l'éclat des étoiles que l'on compare ne descend pas au-dessous d'une certaine limite. La valeur moyenne du degré est approximativement de un dixième de grandeur; sa valeur actuelle est aisément déduite des observations elles-mêmes, si elles sont suffisamment nombreuses, comme on le verra plus loin (voy. p. 332).

Si l'on pense pouvoir être capable de distinguer une différence entre chacun des deux astres que l'on compare et une étoile imaginaire que l'on suppose intercalée entre l'éclat de ces deux astres, ils diffèrent de deux degrés. Si l'on croit pouvoir intercaler deux étoiles fictives entre eux, ils diffèrent de trois degrés et ainsi de suite. Lorsqu'on ne peut se décider entre deux valeurs consécutives à donner à la différence des deux astres, on lui donne la valeur moyenne. Si, par exemple, on hésite entre deux et trois degrés, on notera la différence d'éclat comme étant de 2,5 degrés. Nous donnerons le nom d' « intervalle » à la différence d'éclat mesurée en degrés.

Dans la méthode originellement proposée par Argelander, les intervalles ne s'étendaient pas au delà de 4 ou 5 degrés. Selon le Prof. E. C. Pickering, elle peut être étendue à des intervalles plus considérables et C. Grover, entre autres, à l'Observatoire de Rousdon, estime des intervalles de deux, trois et même quatre grandeurs (ROUSDON,

p. IX), mais il emploie au moins cinq étoiles de comparaison différentes pour diminuer les erreurs accidentelles qui sont, naturellement, plus considérables et plus fréquentes avec de si grands intervalles.

Nous décrirons d'abord une modification de la méthode d'Argelander moins laborieuse que celle-ci et par cela même plus à portée de l'astronome amateur. Nous supposerons que l'observateur est en possession d'une carte du champ céleste au milieu duquel se trouve la variable, et de la liste des grandeurs des étoiles de cette carte, étoiles désignées soit par un numéro d'ordre, soit par une lettre, comme dans la méthode fractionnaire. Les observations consistent en la comparaison fréquente de la variable avec plusieurs étoiles de comparaison, les unes plus, les autres moins brillantes que la variable, chaque comparaison consistant en la détermination de l'intervalle, ou différence, en degrés, entre l'éclat de la variable et celui d'une étoile de comparaison. Deux comparaisons au moins, avec une étoile plus brillante et avec une étoile plus faible, sont nécessaires pour obtenir, en combinant les deux observations par la méthode des moyennes, une détermination de l'éclat de la variable qui ait quelque valeur. Une seule observation est sans valeur, les erreurs de 0,5 grandeur étant fréquentes si l'on ne se limite pas à de faibles intervalles (ROUSDON, p. IV). Vers le maximum et le minimum on est parfois obligé d'employer des étoiles de comparaison qui sont toutes moins brillantes ou plus brillantes que la variable, respectivement; la discussion de ces observations a montré que, dans le premier cas, l'éclat moyen déduit des observations est trop grand, tandis que dans le second cas il est trop faible (ROUSDON, p. V).

On peut tenir note des observations de différentes façons : on peut écrire, par exemple, pour dénoter les observations successives d'une variable, faites la même soirée et concourant à la détermination de sa grandeur moyenne.

	$c - 2,5$	$, e + 2$	$, f + 3,5.$
ou bien	$2,5 < c$	$, 2 > e$	$, 3,5 > f.$
ou encore	$c\,V = 2,5$	$e, V\,e = 2$	$, Vf = 3,5.$

Les nombres désignent les intervalles en degrés, et les signes $+$, $-$, $>$, $<$, se rapportent, non pas à la grandeur numérique de l'étoile, mais à l'éclat lui-même (voy. p. 8), $c - 2,5$ signifiant que la variable est de 2,5 degrés plus faible que l'étoile de comparaison c, et ainsi de

suite. On peut faire la convention contraire, mais il ne faut laisser aucun doute à ce sujet et surtout il faut se borner strictement à la convention que l'on adopte.

La première notation est la plus généralement employée (POGSON, ROUSDON, M.N.R.A.S., J.B.A.A., etc.). La troisième notation, conseillée par G. Van Biesbroek (Annuaire S.B.A., 1907), nécessite une convention supplémentaire essentielle, celle d'écrire l'étoile la plus brillante la première. La variable y est représentée par la lettre V, ce qui introduit un caractère de plus et complique inutilement la notation. M. Van Biesbroek donne, en outre, les intervalles en dixièmes de grandeur, ce qui introduit encore des caractères inutiles, le zéro et la virgule décimale. Cette notation nécessite plus d'attention car, si par inadvertance, on intervertit l'ordre des symboles, par exemple, $Vc = 2,5$ au lieu de $cV = 2,5$, on obtient un résultat entièrement différent. Même remarque que pour la méthode fractionnaire dans le cas où la variable est invisible. L'usage simultané de deux notations différentes doit naturellement être évité (voy., par exemple, B.S.B.A., 1911, p. 62, où, non seulement deux notations sont employées simultanément, mais où l'étoile placée la première n'est pas toujours la plus brillante).

La grandeur de la variable ne peut pas se calculer immédiatement d'après les observations, parce que la valeur exacte du degré employé par l'observateur est inconnue et qu'elle ne peut être obtenue que par la discussion d'un nombre d'observations assez grand pour en donner une valeur moyenne suffisamment exacte.

Un exemple fera aisément comprendre comment cette valeur du degré est obtenue. Supposons que la grandeur des étoiles de comparaison employées plus haut soit $c = 9,18$, $e = 9,72$, et $f = 9,96$; appelant x la valeur du degré, l'observation donne pour la grandeur de la variable les trois valeurs $9,18 + 2,5\,x$, $9,72 - 2\,x$ et $9,96 - 3,5\,x$, valeurs qui sont exactement les mêmes si les observations sont correctes. On a donc

$$9,18 + 2,5\,x = 9,72 - 2\,x \text{ ou } 4,5\,x = 0,54$$

et

$$9,18 + 2,5\,x = 9,96 - 3,5\,x \text{ ou } 6,0\,x = 0,78$$

d'où l'on tire $x = 0,120$, $x = 0,130$, la valeur moyenne de x étant 0,125 grandeur. En général, cependant, les observations ne sont pas suffisamment précises pour que les égalités dont on déduit x soient exactement vérifiées et la valeur trouvée pour x n'est qu'approxima-

tive; en combinant un grand nombre d'observations les erreurs commises sur les unes seront compensées par les erreurs commises sur les autres, et la moyenne des valeurs trouvées pour x se rapprochera d'autant plus de la vraie valeur que le nombre d'observations est plus grand et que, par suite, l'effet d'une erreur accidentelle sera d'autant moindre.

Une fois la valeur du degré ainsi déterminée, la grandeur de la variable est aisément calculée; ainsi, supposant correcte la valeur trouvée plus haut pour le degré, les observations donnent pour la grandeur de la variable

$$9,18 + 2,5 \times 0,125 = 9,49$$
$$9,72 - 2 \times 0,125 = 9,47$$
$$9,96 - 3,5 \times 0,125 = 9,52$$

Grandeur moyenne : 9,49

Comme pour la méthode fractionnaire il est recommandable de ne pas réduire les observations au fur et à mesure, de façon à rester dans l'ignorance de la grandeur actuelle de la variable.

Il est utile de comparer les observations qui concourent à la détermination de la grandeur moyenne d'une variable à une date donnée, en les combinant par paires de la façon suivante : si, par exemple, on a obtenu pour la grandeur de la variable $V = \alpha + m$, $V = \beta - n$, $V = \gamma - p$, α, β, et γ étant les grandeurs numériques des étoiles de comparaison et m, n et p, les intervalles en degrés, on aurait, à un dixième près, si les observations étaient absolument correctes

$$\alpha + m = \beta - n \text{ ou } m + n = \beta - \alpha = \Delta_1$$
$$\alpha - n = \delta - p \text{ ou } p - n = \delta - \beta = \Delta_2$$

Δ_1 Δ_2 étant obtenus au moyen des grandeurs α, β, γ, connues, des étoiles de comparaison. En général, cependant, ces égalités ne sont pas satisfaisantes et l'on a les résidus

$$\Delta_1 - (m + n) = \varepsilon_1 \text{ et } \Delta_2 - (p - n) = \varepsilon_2$$

E_1, E_2 doivent être petits. Une différence de plus de 0,2 indique, en général, qu'une erreur a été commise, et il faut alors refaire les calculs pour s'assurer du fait. S'ils sont corrects, la moyenne des trois observations doit être marquée comme étant douteuse (classe III, voy. plus loin), l'une des observations au moins, n'étant pas bonne.

Par exemple, prenant les observations du 12 mai 1911, données ci-

après (voy. Tableau IV, p. 335) : $c - 2{,}5$, $e + 2$, $f + 3{,}5$, avec $c = 9{,}18$, $e = 9{,}72$, $f = 9{,}96$, on a

$$\Delta_1 = 9{,}72 - 9{,}18 = 0{,}54 \text{ et } \Delta_2 = 9{,}96 - 9{,}72 = 0{,}24$$
$$\text{d'où } \varepsilon_1 = 0{,}54 - 0{,}45 = 0{,}09 \text{ et } \varepsilon_2 = 0{,}24 - 0{,}15 = 0{,}09$$

Pour les observations du 16 mai on a $e + 2$, $f + 4{,}5$, donc $e + \varepsilon_2 = f + 4{,}5$ et $4{,}5 - 2 = e - f = \Delta = 0{,}24$, donc $\varepsilon = 0{,}24 - 0{,}25 = -0{,}01$ et ainsi de suite.

L'observateur peut faire l'éducation de son organe visuel de façon à ce que son « degré » prenne une valeur de 0,1 grandeur (degré décimal), par l'étude fréquente de séries d'étoiles dont l'éclat ne diffère que de cette quantité. Cette méthode est une seconde modification de la méthode d'Argelander, introduite par le Prof. Pickering, et employée à Harvard College. La liste de grandeur des étoiles de comparaison de la variable elle-même donnera en général assez d'étoiles pour faire cette éducation de l'œil. L'amas des Pléiades est un excellent objet d'étude. On trouvera un catalogue des grandeurs photographiques, à 0,01 grandeur près, de 300 étoiles de cet amas, jusqu'à la douzième grandeur, et une carte très claire, au Bulletin S.A.F., 1900, p. 445, et 1901, p. 491 ; mais des changements d'éclat se sont probablement produits depuis. Une autre carte, donnant les étoiles jusqu'à la dix-septième grandeur, se trouve dans l'ouvrage de Miss A.-M. Clerke : *The System of the Stars*.

Les observations inscrites dans la notation de la méthode fractionnaire peuvent être facilement traduites dans la notation d'Argelander ; en effet, pour 21 (2) V (3) 30 (Voy. p. 327, cas *c*),

on a $\quad 2/5\,(9{,}93 - 9{,}40) = 0{,}21 = 2$ degrés environ
et $\quad 3/5\,(9{,}93 - 9{,}40) = 0{,}32 = 3$ degrés environ.

On écrit donc $21 - 2$ et $30 + 3$, c'est-à-dire $9{,}40 + 0{,}2 = 9{,}60$ et $9{,}93 - 0{,}3 = 9{,}63$, ce qui donne 9,61 pour grandeur moyenne, comme on l'a obtenue plus haut. De même, pour V (1) 26 (4) 30 on a $V = 9{,}70 - 1/4\,(9{,}93 - 9{,}70)$ et puisque $1/4\,(9{,}93 - 9{,}70) = 0{,}06 = 1/2$ degré environ, on a $26 + 0{,}5$ et $30 + 3{,}5$, c'est-à-dire $9{,}70 - 0{,}05 = 9{,}65$ et $9{,}93 - 0{,}30 = 9{,}63$, la moyenne étant 9,64, comme on l'a déjà trouvée (Voy. p. 329).

La méthode originale d'Argelander s'applique au cas où l'observateur doit lui-même déterminer la grandeur des étoiles de comparaison qu'il emploie. L'observateur doit d'abord faire le choix d'une

série d'étoiles d'éclat décroissant dans le voisinage de l'étoile variable à étudier, et s'étendant, autant que possible sans lacune, sur toute l'amplitude de la variation de la variable. Il dresse ensuite une carte de ces étoiles de comparaison et donne à chaque étoile soit un numéro d'ordre, soit une lettre (Voy. p. 319). Les observations sont faites exactement comme il a été expliqué plus haut, mais le travail le plus important est la détermination de l'éclat relatif des étoiles de comparaison ; on peut y arriver de deux manières :

1° On peut faire une étude préliminaire des étoiles de comparaison, donnant la valeur zéro degré à l'étoile la plus faible, et déterminer les différences successives entre chaque paire d'étoiles, de façon à pouvoir estimer en degrés la différence entre deux étoiles de comparaison quelconques. Cette détermination est faite plusieurs fois, à différentes époques, chaque série d'observations, une fois obtenue, étant mise de côté sans être examinée, de façon à rendre les séries d'observations aussi indépendantes que possible. On peut, en effet, continuer l'observation de la variable sans connaître la grandeur absolue ou relative des étoiles de comparaison. Ce n'est que lorsque cinq ou six séries d'observations des étoiles de comparaison ont été obtenues qu'on les compare entre elles et que l'on détermine l'intervalle moyen, en degrés, de chaque étoile de comparaison avec l'étoile de degré zéro. Il est bon de répéter ce travail après quelques années, car le « degré » de l'observateur peut se modifier graduellement avec le temps (ROUSDON, p. IV et V);

TABLEAU IV

DATE	COMPARAISONS	*c—e*	*e—f*	V—*f*	MOYENNE V—*f*	GRANDEUR DE LA VARIABLE
12 mai 1911	*c*—2,5 ; *e*+2 ; *f*+3,5	4,5	1,5	4,4 4,1 3,5	4 0	9,51
16 —	*e*+2 ; *f*+4,5	—	2,5	4,1 4,5	4,3	9,47
20 —	*e*—0,5 ; *f*+2	—	2,5	1,6 2,0	1,8	9 76
12 septembre	*f*—1 ; *e*—3	—	2,0	—1.0 —0,9	—1,0	10,07
20 —	=*e* ; *f*+2,5 ; *c*—4,5	4,5	2,5	2,1 2,5 2,4	2,3	9,70
25 —	*e*+1,5 ; *f*+3 ; *c*—4	5,5	1,5	3,6 3,0 2,9	3,2	9,60

2° On peut aussi déterminer les intervalles en degrés entre les étoiles de comparaison au moyen des observations de la variable elle-même, lorsque ces observations sont suffisamment nombreuses. Un exemple suffira pour faire comprendre comment on procède; pour simplifier nous le limiterons à trois étoiles seulement. Au cours des observations on a employé les étoiles de comparaison qui convenaient le mieux aux déterminations à faire, les unes ont été souvent employées, les autres plus rarement, selon le cas. On note d'abord toutes les observations faites au moyen de chaque étoile. Supposons que dans la masse des observations inscrites au registre se trouve les déterminations suivantes (col. 1 et 2), faites au moyen des étoiles de comparaison *c*, *e* et *f*, respectivement, l'ordre *a*, *b*, *c*, etc., étant celui d'éclat décroissant.

On note les intervalles que ces observations donnent comme existant entre *c* et *e*, *e* et *f* (col. 3 et 4) et on fait la moyenne de ces intervalles, ce qui donne ici :

	Valeur	moyenne de	$c - e = 4{,}8$
	—	—	$e - f = 2{,}1$
d'où	—	—	$c - f = 6{,}9$

On aurait pu obtenir l'intervalle moyen entre *c* et *f* comme on l'a fait pour $c - e$, $e - f$, mais en général les observations faites avec deux étoiles qui ne sont pas près l'une de l'autre sur l'échelle de grandeur ne sont pas aussi nombreuses, et on obtient une meilleure détermination en ajoutant simplement les deux intervalles obtenus.

On fait ce calcul pour toutes les étoiles de comparaison employées, et on dresse la liste de leur valeur moyenne en degrés à partir de l'étoile la plus faible. Si nous supposons pour simplifier que *f* est l'étoile la plus faible, on a $f = 0$ degré, $e = 2{,}1$ degrés et $c = 6{,}9$ degrés; il est évident que plus on a d'observations, plus ces valeurs seront précises.

Le premier procédé nécessite une investigation répétée et délicate du champ où se trouve la variable. Le second demande des calculs assez laborieux, mais qui sont loin d'être dénués d'intérêt. Quelle que soit la marche suivie, on voit que l'on ne peut réduire les observations qu'après un certain temps, dans le premier cas, parce qu'il faut plusieurs études du champ suffisamment espacées pour être entièrement indépendantes, donc faites à plusieurs semaines d'intervalle au moins; dans le second, parce qu'il faut un grand nombre d'observations pour pouvoir en déduire les valeurs des étoiles de comparaison avec une exactitude suffisante.

Dans le cas d'étoiles trop faibles pour se trouver dans les catalogues photométriques, la seconde méthode est la plus directe, la première comportant soit l'estime des grandeurs elles-mêmes, soit l'établissement d'une chaîne de différences dont au moins deux maillons, à une extrémité, soient constitués par deux étoiles de grandeur connue, et l'extrapolation de l'échelle de grandeur jusqu'aux étoiles les plus faibles.

On pourrait aussi prendre un cliché photographique du champ où se trouve la variable, et en déduire la grandeur photographique des étoiles dont on a besoin (voy. p. 297), mais, comme on l'a vu ci-avant, la grandeur photographique d'une étoile est souvent différente de la grandeur visuelle, et même de la grandeur photométrique de cette étoile, et les grandeurs ainsi obtenues devront être modifiées d'après les résultats d'une étude des observations elles-mêmes, conduite comme il vient d'être expliqué. La discussion des observations comporte d'ailleurs cette étude et la comparaison des grandeurs visuelles qu'elle donne avec celle d'un catalogue photométrique (voy. ci-après).

On peut à présent déduire l'éclat de la variable par rapport à l'étoile de comparaison la plus faible (col. 5 et 6); il est inutile de calculer avec une approximation supérieure au dixième de degré, le degré lui-même n'étant qu'un dixième de grandeur environ. Il suffit à présent de connaître la grandeur photométrique de deux des étoiles de comparaison, une des plus faibles (si possible) et une des plus brillantes, pour pouvoir calculer la valeur actuelle du degré, la supposant constante, et déterminer la grandeur de la variable à chaque date où elle a été observée. Actuellement, cependant, on déduit la valeur du degré d'après la grandeur photométrique d'autant d'étoiles de comparaison que possible (voy. la discussion des observations, ci-après).

Par exemple, si la grandeur photométrique de e est 9,18, et celle de f est 9,96, la différence, 0,78 grandeur, correspond donc à 6,9 degrés, ce qui donne 0,113 pour la valeur du degré dans le cas considéré plus haut. La grandeur de l'étoile e est donc $f + 2,1 \times 0,113$, c'est-à-dire $9,96 - 0,24$, ou 9,72.

La grandeur de la variable (col. 7) est alors calculée d'une façon analogue d'après les différences inscrites dans la colonne 6.

(*A suivre.*)

MAURICE-E.-J. GHEURY, F. R. A. S.,
Professeur à l'Ecole polytechnique de Woolwich.

LA MÉTÉOROLOGIE AÉRONAUTIQUE EN FRANCE

Création au Bureau central météorologique d'un service spécial d'avertissements à l'aéronautique.

Les besoins nouveaux de l'aéronautique (militaire ou civile), ainsi que ceux de l'agriculture, nécessitent l'introduction de quelques modifications et de quelques perfectionnements dans le service d'envoi des prévisions du temps et des renseignements météorologiques.

I.—Le service des avertissements du Bureau central météorologique continue à assurer, comme par le passé, l'envoi de prévisions aux ports et aux centres agricoles. De plus, il adresse, depuis le 1er juillet, au ministère de l'agriculture, deux dépêches quotidiennes fournissant les observations d'un certain nombre de stations de l'Europe; ces dépêches sont destinées au nouveau service agricole de ce ministère.

II.—Deux nouvelles dépêches sont envoyées chaque jour par la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel. Elles ont pour but de mettre rapidement à la portée des intéressés un nombre suffisant d'observations pour leur permettre de dresser la carte synoptique du temps et de l'interpréter en tenant compte des conditions locales. Elles donnent, en outre, des prévisions générales.

1° La dépêche du matin, transmise à la suite des signaux horaires, comprend :

a) Des groupes de sept ou huit chiffres indiquant la pression barométrique en dixième de millimètre, la direction, la force du vent, l'état du ciel et l'état de la mer pour les six stations suivantes : Reykiavick (Islande), Valencia (Irlande), Ouessant (France), La Corogne (Espagne), Horta (Açores), Saint-Pierre-et-Miquelon (Amérique). A la suite de ces six groupes, on donne, en langage ordinaire, quelques indications sur la situation générale de l'atmosphère en Europe et, notamment, sur la position des centres de hautes et basses pressions.

Cette partie du télégramme a surtout pour but de donner aux navires en mer quelques renseignements sur le temps régnant dans l'Atlantique nord;

b) Des groupes de sept ou huit chiffres donnant les mêmes observations (pression, vent, ciel, mer) pour quatorze stations de la moitié occidentale de l'Europe : Paris, Clermont-Ferrand, Biarritz, Mar-

seille, Nice, Alger, Stornoway, Shields, Le Helder Skudesness, Stockholm, Prague, Trieste, Rome;

c) Des prévisions générales pour la France, concernant l'état du ciel et le vent;

d) La vitesse du vent à 7 heures à la Tour Eiffel (altitude 300 mètres) et le vent problable dans la soirée (1).

Code pour la traduction des radiotélégrammes météorologiques.

Les télégrammes débutent par les lettres BCM. Ils sont formés de texte en clair et de groupes conventionnels établis de la manière suivante : (A) BBBDDFCM, dont voici la signification :

A. — Initiale du nom de la station.

BBB. — Trois chiffres donnant la pression barométrique en dixième de millimètres. Il faut ajouter 700 millimètres pour avoir la pression exacte. Exemple : Chiffres reçus, 625; pression 762 mm. 5.

DD.— Deux chiffres indiquant la direction du vent (voy. tableau I).

TABLEAU I

4e et 5e chiffres : direction du vent			
02	NNE	18	SSW
04	NE	20	SW
06	ENE	22	WSW
08	E	24	W
10	ESE	26	WNW
12	SE	28	NW
14	SSE	30	NNW
16	S	32	N
00	pas de direction (calme)		

TABLEAU II

6e chiffre : force du vent. Vitesse en mètres par seconde				
0 calme	de	0	à	1
1 presque calme . . .	»	1	à	2
2 très faible, légère brise	»	2	à	4
3 faible, petite brise . .	»	4	à	6
4 modéré, jolie brise .	»	6	à	8
5 assez fort, bonne brise	»	8	à	10
6 fort, bon frais . . .	»	10	à	12
7 très fort, grand frais .	»	12	à	14
8 violent, coup de vent.	»	14	à	16
9 tempête . . . plus	de			16

(1) Dans l'état actuel de la prévision du temps, étant données, en outre, les variations rapides du vent, il est évidemment impossible d'indiquer, à 1 mètre près, la vitesse probable à la seconde. Le nombre unique donné dans la dépêche signifie simplement que la vitesse pourra varier de 2 mètres, de part et d'autre, de la valeur indiquée.

F. — Un chiffre pour la force du vent (voy. tableau II).
C. — Id. pour l'état du ciel (voy. tableau III).
M. — Id. pour l'état de la mer (voy. tableau IV).
Une observation manquante est remplacée par les lettres xx.

TABLEAU III

7e chiffre : état du ciel	
0	beau
1	peu nuageux
2	nuageux
3	très nuageux
4	couvert
5	pluie
6	neige
7	brume
8	brouillard
9	orage

TABLEAU IV

8e chiffre : état de la mer	
0	calme
1	très belle
2	belle
3	peu agitée
4	agitée
5	houleuse
6	très houleuse
7	grosse
8	très grosse
9	furieuse

Exemple de télégramme météorologique du matin :

BCM. R5132811. V57422445. O64522544. C67530183. H73500021. S680284. Dépression NW. Europe, forte pression SW. Paris 6512031. C 6631612. B 66900042. M 63928415. N 62800010. A 65804220. Sy 43726635. Sh 46022522. He 54118755. Sk 43816855. St 4962244. P 6452433. T 6260000. R 6172000. Probable Vent W. modéré, averses N. et E. FL (1) SW 13 probable W 10;

2° La deuxième dépêche, envoyée le soir, est destinée à compléter les renseignements transmis le matin ; elle permet aux intéressés de se rendre compte des modifications survenues depuis 7 heures et de faire des prévisions plus précises pour la journée du lendemain.

Elle comprend, d'après les observations faites à 14 heures :

a) Huit groupes de chiffres, établis comme ceux du premier télégramme, pour les stations suivantes : Paris, Brest, Biarritz, Nice, Valencia, Skudesness, Rome, La Corogne;

---

(1) FL, abréviation de Tour Eiffel.

b) Des prévisions de variations barométriques et du temps ;

c) Vitesse du vent au sommet de la Tour Eiffel à 16 heures et vitesse probable pour la matinée du lendemain (1) ;

d) A la suite de cette dépêche, le B. C. M. indiquera, toutes les fois que cela lui sera possible, si les caractères du temps paraissent devoir rester les mêmes pendant plusieurs jours.

Modèle du radiotélégramme météorologique du matin.

Tableau des observations contenues
dans le radiotélégramme précédent (Date : le 10 juin 1913).

STATIONS	PRESSION BAROM. 700mm +	VENT	ÉTAT DU CIEL	ÉTAT DE LA MER
Reykiavik.	51,3	NO 1	peu nuageux	
Valencia.	57,4	OSO 4	couvert	houleuse
Ouessant.	64,5	OSO 5	id.	agitée
La Corogne.	67,5	NNO 1	brouillard	peu agitée
Horta (Iles Açores).	73,5	» 0	nuageux	très belle
Saint-Pierre et Miquelon.	68	NO 4		
Paris.	65,1	SO 3	peu nuageux	
Clermont.	66,3	S 1	nuageux	
Biarritz.	66,9	» 0	couvert	belle
Marseille.	63,9	NO 4	peu nuageux	houleuse
Nice.	62,8	» 0	id.	calme
Alger.	65,8	NE 2	nuageux	id.
Stornoway.	43,7	ONO 6	peu nuageux	houleuse
Shields.	46,0	OSO 5	nuageux	belle
Le Helder.	54,1	SSO 7	pluie	houleuse
Skudesness.	43,8	S 8	id.	id.
Stockholm.	49,6	OSO 4	couvert	
Prague.	64,5	O 3	très nuageux	
Trieste.	62,6	» 0	beau	
Rome.	61,7	SO 0	id.	

(1) Même remarque que pour la dépêche du matin en ce qui concerne la vitesse du vent.

Exemple du télégramme météorologique du soir (17 heures) :

BCM. Paris 6262030. Br. 65224455. Bi XXXXXXXX. N 62222211. V 60022425. S 36024655. R 6142030. C 6342020. Baisse barométrique Baltique stationnaire Manche. Vents tournant NW. forts Manche-Méditerranée. Averses FL W 10 probable W 8.

III. — En dehors des dépêches précédentes, qui sont envoyées chaque jour régulièrement, les aviateurs et les aéronautes peuvent obtenir des renseignements plus appropriés à leurs besoins en s'adressant au service des avertissements du Bureau central météorologique par téléphone (Saxe 00-07) ou par tout autre moyen.

Les délais nécessaires à la transmission et à la réception des télégrammes météorologiques du réseau international, d'une part, la discussion des observations et l'établissement de la situation atmosphérique, d'autre part, ne permettent pas au Bureau central météorologique de fournir avant 9 h. 30 des indications motivées. Cependant, le service des avertissements fonctionne sans interruption de 8 heures à 19 heures et se trouve en état de répondre, même avant 9 h. 30, à toute demande intéressant la vitesse et la direction du vent. Les aviateurs et les aéronautes ont d'ailleurs intérêt à indiquer, d'une manière générale, dans quel but ils demandent des renseignements météorologiques : ceux-ci pourront être alors donnés d'une manière plus appropriée au résultat à obtenir.

Ce nouveau service, institué, à la demande du ministère de la guerre, par M. Angot, directeur du Bureau central, est appelé à rendre les plus précieux services aux aviateurs et aux aéronautes. Je dois ajouter que tous les beaux voyages et raids aériens, accomplis dans ces derniers temps, ont été effectués sur les indications et aux dates fixées par le Bureau central. Les beaux résultats obtenus dans cette voie par le chef du service des avertissements, M. Goutereau, et ses collaborateurs, MM. Barbé et Guénaire, sont un sûr garant du bon fonctionnement de la nouvelle organisation (1).

Henri Perrotin,

du Bureau central météorologique de France.

---

(1) Le service fonctionne depuis le 1er septembre, à 10 heures et à 17 heures chaque jour.

ACTION MORBIDE DU BROUILLARD

Les lecteurs de *Ciel et Terre* se souviendront sans doute des brouillards qui envahirent la Belgique au début de 1911 et qui ne furent pas sans incommoder beaucoup de personnes. Ces brouillards persistèrent du 13 au 20 janvier, avec des intensités variables; leur opacité fut telle qu'à certains jours ils interceptèrent presque complètement la vue.

En même temps, et comme par une relation de cause à effet, une affection sévit parmi les bovidés, dans la vallée de la Meuse, frappant principalement les vaches grasses et les vaches pleines.

Les symptômes de la même maladie se manifestèrent aussi chez quelques porcs et chez quelques moutons.

L'affection fut désignée sous le nom d'*asthme des brouillards*.

Voici dans quels termes le *Bulletin de l'administration de l'agriculture*, 4e année, 1911, n° 1, Circonscription Huy-Waremme, rapporte le fait :

« Il s'agit, dit ce *Bulletin*, d'une sorte d'asthme aigu, d'asphyxie, » avec son cortège de phénomènes précurseurs : respiration soudai- » nement irrégulière, dyspnée, malaise, gémissements, angoisse, mou- » vements désordonnés, efforts inouis de respiration, bientôt hématose » incomplète et mort du sujet, en un mot, toutes les manifestations » ordinaires de l'asphyxie par raréfaction de l'air ou par occlusion des » conduits aériens. L'autopsie des animaux ayant succombé à l'affec- » tion ou jugulés à temps pour être consommés, montre de *l'emphy-* » *sème pulmonaire.* »

Cette affection avait fait sa première apparition en 1897 (1). Depuis lors, elle se présenta, chaque année, dans la vallée de la Meuse, sur la rive gauche du fleuve, mais toujours sous une forme bénigne.

Ce ne fut qu'en 1902 qu'elle offrit un caractère de gravité telle que le gouvernement crut devoir ordonner une enquête. Celle-ci fut dirigée sur les lieux par M. Grégoire, de l'Institut chimique et bactériologique de Gembloux, et M. Hougardy, inspecteur vétérinaire, à Huy.

M. Grégoire constata que les animaux fortement atteints avaient les tissus conjonctifs des organes thoraciques injectés de sang et gon-

---

(1) A. Lancaster, « Le climat de la Belgique en 1897 », *Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique, 1898, supplément*, p. 85-94. — M. Royer, « Asthme des brouillards », *Écho vétérinaire*, novembre 1911, p. 368-372.

flés à tel point que les omoplates et les membres antérieurs étaient extrêmement écartés du corps.

Arrivé à ce stade, l'animal était condamné à périr.

S'il était moins atteint on pouvait le sauver, à condition de le conduire immédiatement hors du brouillard.

C'est ainsi que les bêtes qui furent frappées dans la grande cuvette qui s'étend entre Antheit et Wanze se remirent, dès qu'on les mena sur les hauteurs voisines.

Observations du brouillard faites à Uccle (altitude 100 mètres) du 13 au 21 janvier 1911.

Dates	7 h.	8 h.	9 h.	10h.	11h.	12h.	13h.	14h.	15h.	16h.	
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14	90	90	»	750	200	125	100	200	moins que 50	50	Brouillard toute la nuit.
15	Brouillard dans les vallées le matin.										
16	»	2000	»	1000	1000	1000	1000	750	750	750	Brouillard la nuit.
17	13	13	35	35	270	1000	1000	1000	1000	1000	Brouillard toute la nuit.
18	50	50	70	100	100	100	125	125	125	125	Brouillard toute la nuit.
19	1000	750	750	750	750	750	750	750	750	750	Brouillard toute la nuit.
20	1000	500	»	270	270	270	270	270	270	270	Brouillard toute la nuit.
21	200	200	»	125	270	500	1000	750	1000	750	Brouillard la nuit.

Remarque : Les nombres ci-dessus expriment en mètres les distances auxquelles un point de repère — pris conventionnellement — est encore visible. On voit donc que le brouillard a régné à Uccle, du 14 au 21 janvier 1911.

A partir de 1903 et en vue de l'étude spéciale du phénomène, MM. Grégoire et Hougardy installèrent dans la région de Huy des boîtes de Petri (1) et des appareils destinés à recueillir le brouillard,

(1) Boîtes rondes en verre, plates (environ 2 centimètres de hauteur) et larges (environ 10 centimètres de diamètre) à couvercle jouant sur le fond, destinées à recevoir un milieu nutritif solide et inerte (gélose ou agar) à la surface duquel le microbiologue ensemence et cultive des microbes.

pour l'analyser, tant au point de vue chimique qu'au point de vue bactériologique.

Malheureusement pour les expérimentateurs (mais heureusement pour les propriétaires d'animaux), ces messieurs attendirent en vain le néfaste brouillard, à tel point qu'en 1909 ils renoncèrent à poursuivre leurs recherches.

A cette époque, le phénomène nous avait déjà préoccupé et il nous avait semblé à la fois intéressant et utile de comparer l'étendue de la zone de contamination avec celle de la répartition générale des brouillards, afin de rechercher, si possible, la cause réelle des effets morbides produits.

Les brouillards de 1911 nous ont ramené à la question.

Or, bien que les observations de ce phénomène effectuées en Belgique soient incomplètes, elles montrent néanmoins, dans leur ensemble, d'une manière suffisante, qu'à l'époque considérée, le météore s'est manifesté dans tout le pays, à toutes les altitudes, et qu'il a été généralement très dense et très persistant.

Le tableau ci-dessus donne, à titre de renseignement, les données pour Uccle; elles sont applicables à la majeure partie du pays (1).

***

Bien que le brouillard ait été général en Belgique, cette fois encore c'est sur la rive gauche de la Meuse, dans la province de Liége et dans le sud du Limbourg, que l'affection est restée confinée d'une façon remarquable; de rares cas seulement se sont produits sur la rive droite de la Meuse, mais au bord du fleuve.

De plus, en 1911 la maladie a éclaté plutôt sur les hauteurs pour gagner ensuite les régions basses.

Vingt-quatre vétérinaires ont eu l'occasion d'observer et de traiter l'asthme du brouillard.

D'après M. Royer, médecin vétérinaire à Huy (2), cette affection a régné sur une étendue d'environ 20 kilomètres carrés, entre Andenne, à l'est de Namur, et Seraing, au sud-ouest de Liége.

---

(1) Nous avons prouvé ce fait dans les *Annales de Gembloux*, nº d'avril 1913.

(2) M. Royer, médecin vétérinaire à Huy, a eu l'amabilité de nous communiquer une étude spéciale qu'il a publiée sur l'asthme du brouillard dans l'*Echo vétérinaire* de novembre 1911. Nous y avons fait divers emprunts. Nous prions M. Royer de bien vouloir agréer tous nos remerciements.

Les principaux éléments constitutifs du brouillard sont tout d'abord les *gouttelettes d'eau* en suspension dans les basses couches atmosphériques; — et ensuite les innombrables et *microscopiques poussières* flottant dans l'air et qui forment le noyau de condensation quasi indispensable de ces gouttelettes.

Il est évident (si tant est que le brouillard puisse être seul incriminé dans la production de l'asthme), que c'est uniquement à la nature des poussières qu'il convient de l'attribuer. Car la première partie constituante — les gouttelettes d'eau — doivent être regardées comme étant de composition identique sur tout le pays.

La variation dans la nature des poussières est à coup sûr réelle. *Les poussières dépendent de la contrée où se produit le brouillard.*

On peut donc dire que c'est ce facteur *local* qui doit jouer un rôle important — et peut-être capital — dans le phénomène.

Est-il, *seul*, cause des effets morbides que nous venons de rappeler ? N'y a-t-il pas d'autres facteurs qui entrent en jeu ? Durée du brouillard ? Variation d'opacité ? Refroidissement de l'air ? Précipitation du brouillard sur les substances ingérées par les animaux ? C'est ce que nous tâcherons d'examiner prochainement, afin d'éclaircir, si possible, une question qui intéresse à la fois la météorologie et l'agriculture.

FÉLIX BERTYN,
de l'Institut royal météorologique.

BULLETIN SISMIQUE

Octobre 1913.

Les dix tremblements de terre que nos sismographes ont enregistrés sont tous des télésismes, fait réellement extraordinaire pour la station sismologique de Cartuja dont la situation est telle que les plésiosismes y sont plutôt fréquents, parfois même très nombreux (nous en avons enregistré soixante-quatorze pendant le mois de juin de 1910). Pour trouver un mois sans plésiosismes dans nos statistiques, il faut remonter à décembre 1908, tristement célèbre dans les fastes de la sismologie par le désastre de Messine.

Trois des sismes enregistrés, les n°s 128, 130 et 137 ont été ressentis dans le territoire de la petite république de Panama. Le premier a été très violent, même un peu destructeur à Anton et à Santos; son épicentre se trouverait par 8°,4 N. — 82° W. d'après nos calculs fait avec Cartuja et Hambourg.

On a ressenti, le 14, au Nicaragua, et plus spécialement dans Managua, sa capitale, et dans l'importante ville de Grenade, de très violents tremblements de terre, d'après des renseignements fournis par la presse journalière. Il est fort probable qu'il s'agit

No X (Octobre 1913).

Nos d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Intensité	COMMENCEMENT DE			MAXIMUM			C		F	OBSERVATIONS
					P	S	L	Heure	A	T	Heure	T		
					h.m.s.	h.m.s.	h.m.s.	h. m. s.	μ	s	h. m. s.	s	h. m.	
128	2	ENE	Bif.	IIu	*i* 4-33-59	*i* 4-43-38	4-53,6	5- 1-20	48	20			7- 1	△ = 8 390 kil.
129	4	»	»	Ir	*e* 18-29 28	(18-31-57)	18-32,8	18-34,3— 18-36,4+	20 9	17 7			18-52	
130	»	»	»	Iu	*i* 22-17-13	22-26-51	—	—	—	—			23 1/2	» 8 370 » Ondes L très aplaties.
131	11	»	»	»	—	—	2-41	2-45,8	15	24			3-37	
132	»	»	»	»	4-27-19	4-37-38	5- 9	5-25,6	55	23			7 1/2	» 9 160 »
133	»	»	»	»	*e* 9-23,7	—	9-56	10- 6,5 10- 8,0	45 40	21 18			12- 5	
134	12	»	»	»	—	—	17-55	18- 3,0	30	17			19 *ca*	
135	14	»	»	»	*i* 6-45-45	*e* 6-56-10	7- 3	—	—	—			7 1/2	» 9300 » Max. peu distinct.
136	»	»	»	»	*e* 8-28-24	?	8-53	9- 2,1	120	30	9-41,8	18	10,8	*iP* = 8 h. 28 m. 31 s. Très difficile. Probablement plusieurs t. de terre suivis.
137	23	»	»	»	*i* 15-11-32	15-21-10	15-37*	15-42,8*	10	20			16-5	» 8370 » * L et M d'après l'Omori modifié.

du n° 136, qui semble être le graphique de l'agitation produite dans le sol de notre station par plusieurs tremblements de terre très éloignés et en même temps très intenses. La lenteur si considérable des ondes de la portion principale est vraiment extraordinaire et en même temps peu fréquente; la présence de ces ondes, mêlées à d'autres d'un rythme plus rapide, même une demi-heure après le commencement de *L*, nous semble appuyer cette manière de voir.

Le sisme correspondant à notre n° 133 serait japonais, d'après M. le Prof. Dr C. Zeissig (Darmstadt-Jugenheim) et aurait son épicentre dans la côte NE. de l'île d'Hokkaido (Jéso).

Quant au n° 129, c'est un tremblement de terre très violent et même destructeur par endroits, du SW. de l'Italie, particulièrement ressenti dans la Basilicate, la Campanie et les Abruzzes. A Avelino et Campo-basso notamment, il y aurait eu des maisons ruineés, et presque dans toute la zone épicentrale, et surtout à Naples, une énorme panique, un peu justifiée, il faut bien en convenir, par le souvenir des catastrophes voisines et comme site, et comme date, telles que celles du 8 septembre 1905 (Calabre) et du 28 décembre 1908 (Sicile).

EMM. Ma S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de l'Observatoire et de la Station sismologique de Cartuja (Grenade).

Bibliographie

Annales de l'Observatoire royal de Belgique, nouvelle série, t. XIII. — « Etudes sur les étoiles variables », par G. VAN BIESBROECK, astronome adjoint, et L. CASTEELS, assistant.

Ces études portent sur un ensemble de quarante-six étoiles de divers types, pour la plupart de découverte assez récente et sur lesquelles les données obtenues étaient encore très peu nombreuses.

Le nombre d'observations (3225), assez élevé, se répartit assez inégalement sur les quarante-six étoiles, par suite des circonstances d'observations et des autres travaux poursuivis par les observateurs. Les observations, commencées en 1907 par M. Van Biesbroeck, auquel est venu se joindre en 1909 M. Crsteel, ont été faites suivant l'éclat des variables à l'équatorial Merz-Cook de 38 centimètres, à l'équatorial Steinheil-Cook de 16 centimètres, au chercheur et l'équatorial de 38 centimètres d'ouverture = 8 centimètres, du chercheur (ouverture 5 centimètres) de l'équatorial de 16 centimètres ou enfin d'une paire de jumelles (ouverture 3 centimètres) de Steinheil, du type recommandé par le P. Hagen dans l'introduction de son « Atlas Stellarum Variabilium ». Les auteurs s'étaient donné comme programme de fixer par la méthode des degrés les caractères essentiels de la variation d'éclat de chaque étoile, travail auquel devait faire suite la mesure photométrique, au photomètre Zöllner-Müller, des étoiles de comparaison pour la transformation de l'échelle des degrés en magnitudes. La première partie de ce programme est réalisée. Au cours du travail, les observateurs, pour qui la méthode des degrés était nouvelle au début, ont

vu la précision de leurs observations augmenter considérablement; la valeur d'un degré, au début de 0m15 s'est abaissée par la suite à 0m08. Dans la publication, les auteurs ont joint pour la facilité des observations futures, aux observations de certaines étoiles, des cartes des environs de ces astres, dressées la plupart au moyen d'observations directes au ciel.

Observations des surfaces planétaires, Fascicule III, années 1911 et 1912.

M. Jarry-Desloges a continué, avec l'aide de ses deux collorateurs MM. G. et V. Fournier, les très intéressantes études de Mars et des autres planètes, qu'il a entreprises en 1907. L'un des observatoires temporaires, situé au Massegros, qui avait fonctionné en 1909 et 1910, a été maintenu; l'autre, primitivement installé au mont Revard, a été transporté à Sétif (Algérie). Le choix de cette station, sur un plateau à 1113 mètres d'altitude, faisait espérer une ample moisson de documents de première importance, eu égard à la pureté de l'atmosphère à cet endroit, constatée à diverses reprises, lors d'une campagne d'exploration. Par contre, l'observateur a rencontré là des variations de température très étendues, influant désagréablement sur les objectifs toujours longs à se mettre en équilibre thermique. La qualité des images pendant une partie des soirées s'en est fâcheusement ressentie. Les difficultés auxquelles l'observateur s'est trouvé en butte, l'ont amené à apporter à son outillage certaines modifications de nature à annihiler dans une bonne mesure les influences troublantes, sans toutefois pouvoir s'en rendre indépendants.

Les instruments employés sont ceux déjà en service les années précédentes, un réfracteur muni d'un objectif *Schaer* de 37 centimètres, l'autre muni d'un objectif *Merz* de 29 centimètres. Les deux instruments ont été diaphragmés pour la majorité des observations.

Les recherches sur Vénus, très peu nombreuses, ont permis cependant quelques remarques intéressantes quant à la tonalité de certaines régions de la planète; aucune conclusion bien ferme n'a pu être tirée quant à la durée de rotation; « l'étude de certains dessins ne permettrait d'envisager dans le cas problématique d'une rotation rapide, qu'une période très voisine de vingt-quatre heures ».

Les dessins de *Mercure* exécutés dans les deux stations présentent une concordance très grande. La discussion des observations de 1911 confirme les conclusions tirées par l'auteur, de ses observations des années précédentes, quant à la rotation de la planète et à la stabilité de certaines plages sombres à sa surface.

La planète Mars a été l'objet de nombreuses et fructueuses observations dans les deux postes du Massegros et de Sétif. Aux dessins, abondamment et luxueusement reproduits dans le volume, M. Jarry-Desloges est amené, pour la discussion des observations, à préférer, dans beaucoup de cas, la méthode descriptive moins sujette à l'équation personnelle, et permettant de fixer certaines variations rapides de teintes et d'aspects que le crayon est impuissant à rendre; les deux méthodes employées concurremment suivant le moment, se complètent d'ailleurs; 118 canaux vus pendant l'opposition de 1909 ont été notés à nouveau au cours de l'opposition 1911-1912 Certains de ceux-ci ont présenté des variations très apparentes La plupart des canaux étaient très pâles comme en 1909. Au sujet de l'aspect de ces canaux, si certains ont paru très bien délimités, la plupart au contraire avaient des bords plus ou moins vagues et d'autres même très irréguliers. Quant au dédoublement de certains de ces canaux, si les collaborateurs de M. Jarry-Desloges en ont noté plusieurs

exemples, lui-même n'a pu discerner aucune trace de ce phénomène; il est à signaler que MM. Fournier, l'un au Massegros, l'autre à Sétif, ont vu la duplicature du canal « Styx » au même moment, fait établi par des documents ne laissant aucune place au doute.

La discussion sévère faite par M. Jarry-Desloges, des changements de teintes constatées pour certaines plages, l'amène à rejeter définitivement les hypothèses basées sur l'activité végétative ou qui font intervenir des transformations de la matière blanche polaire en un liquide quelconque; d'autres théories plus récentes ne supportent pas non plus d'examen critique par rapport aux phénomènes observés. Si l'aréographie tend à se fixer définitivement, les variations de teintes résident encore dans des causes inconnues.

Signalons que le dépouillement des documents aréographiques recueillis, a amené M. G. Fournier à l'élaboration d'une méthode *graphique,* simple et pratique permettant d'obtenir avec une précision suffisante, les positions des configurations notées au cours de l'observation. La méthode employée permet, à l'encontre des autres modes de représentation, de se passer de la détermination préalable de la position réelle dans l'espace de l'axe de rotation de la planète. Cette méthode qu'il développe et analyse au point de vue des résultats, a été appliquée par lui à 126 dessins exécutés du 16 août 1911 au 7 février 1912; 2370 positions y ont été relevées, à l'aide desquelles a été déterminé pour l'ensemble de l'opposition, le lieu aréographique de 98 points de la surface de Mars.

Les lois empiriques du système solaire et les harmoniques tourbillonnaires, par F. Butavand, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur des Ponts et Chaussées.— In-8° (25-16) de IV-45 pages, avec 17 figures, 1903, prix : 2 francs.— Paris, librairie Gauthier-Villars.

C'est à la suite de recherches sur la radioactivité et l'atomistique que l'auteur a été amené, par comparaison avec l'atome, à examiner la question des distances planétaires, puis à s'occuper spécialement de la question générale des lois empiriques du système solaire.

Après avoir obtenu des formules approchées pour les densités, les masses, les excentricités et les durées de rotation, l'auteur, en les comparant, a constaté la présence d'une périodicité correspondant à quatre rangs. Il en a cherché l'explication dans la théorie cosmogonique tourbillonnaire de M. Belot qui avait déjà fait connaître les lois des distances et des inclinaisons des équateurs. En admettant que la vibration du tube-tourbillon n'est pas simple, mais qu'elle comporte des harmoniques graves, l'auteur est arrivé, sinon à des démonstrations rigoureuses, du moins à des explications simples des lois des densités, des masses, des excentricités et des durées de rotation. M. Belot avait déjà, par l'hypothèse d'harmoniques aigus, expliqué la répartition des astéroïdes; l'auteur a pu expliquer encore les singularités des excentricités des petites planètes et même les écarts de la loi exponentielle des distances.

Tous ceux qui ont témoigné de l'attention à la remarquable conception de M. Belot, ne pourront manquer de lire avec intérêt le travail que nous leur présentons aujourd'hui; ce travail se rattache intimement à la cosmogonie tourbillonnaire dont il donne de nouvelles et curieuses confirmations.

NOTES PRATIQUES SUR L'OBSERVATION VISUELLE DES ETOILES VARIABLES

(*Suite*)

VI

Tenue du Registre des observations.

Les observations d'étoiles variables ont pour but la détermination de la grandeur exacte de la variable, à des intervalles aussi rapprochés que possible, de façon à pouvoir en déduire : *a*) la date exacte des maxima et des minima consécutifs ; *b*) la période moyenne ou intervalle moyen entre deux maxima consécutifs, et ses variations cycliques ou accidentelles; *c*) les irrégularités que présente la variation lumineuse, et les apparences physiques qui peuvent les avoir accompagnées.

On doit donc noter au registre d'observation toutes les données qui seront nécessaires aux déterminations qui viennent d'être indiquées, ou qui peuvent affecter les résultats. Ce registre doit être aussi tenu de façon à faciliter les calculs de réduction, et sa disposition variera donc selon la méthode d'observation employée.

Le meilleur système est d'avoir un registre mince pour chaque variable que l'on étudie assidûment, les différents registres étant réunis dans un porte-folio dans lequel on fixe quelques feuilles sur lesquelles on inscrit les remarques générales qui affectent toutes les observations : description de la méthode d'observation, des instruments, etc.

La disposition suivante est à recommander :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Numéro	Date et heure	Ciel	Instrument	Grossissement	Classe	Comparaisons	Grandeur calculée	Grandeur moyenne		Remarques

Colonne 1. — Numéro : numéro de l'observation de l'étoile (utile comme référence).

Colonne 2. — Date et heure : on notera la date, l'heure et la mi-

nute (approximativement). L'heure exacte est essentielle pour les variables à courte période. Pour les autres, l'heure exacte peut ne pas paraître nécessaire; il est bon cependant de la noter, elle peut être très utile, ne serait-ce que pour fixer, en cas de doute, la date des observations faites après minuit et dont on aurait oublié d'avancer la date d'un jour. On ne sait jamais, d'ailleurs, si un changement *soudain* ne va pas se produire, et dans ce cas, l'heure exacte des observations peut devenir un facteur des plus importants par la comparaison des notes de différents observateurs.

Colonne 3.—Ciel : l'état du ciel est indiqué par les abréviations suivantes : Très Pur : PP; Pur : P; Faiblement Voilé : V; Très Voilé : VV; Nuageux (quelques nuages passant) : N; Très Nuageux (éclaircies par instants) : NN; Couvert : C. On peut combiner ces notations s'il est nécessaire. Les notations 1 = Ciel Pur, 2 = Ciel Passable, 3 = Ciel Mauvais, ne sont pas suffisantes. Le ciel peut être très pur, permettant l'observation d'étoiles très faibles, et cependant, par suite de la présence de deux ou trois nuages passants il y a possibilité qu'un flocon de vapeur ait passé à travers le champ sans être remarqué, et altéré les observations. La notation PPN indique alors que l'observation, quoique probablement bonne, peut être erronée par accident. Ni le degré 1, ni le degré 2 ne sont satisfaisants dans ce cas. De même, un ciel uniformément, mais légèrement voilé peut être bon sans être pur; beaucoup dépend de la présence ou de l'absence de la lune, de la hauteur de l'étoile au-dessus de l'horizon, etc.

Colonne 4. — Instruments : les instruments seront dénotés comme suit : T = télescope, J = jumelle, O = œil nu. Si l'on se sert de plusieurs télescopes, ils seront décrits dans les notes générales, et désignés par T_1, T_2, T_3..., par ordre d'ouverture croissante.

Colonne 5. — Grossissement : le chiffre donnant le grossissement de l'oculaire employé sera précédé de la lettre X si l'oculaire est céleste, c'est-à-dire s'il renverse les images. (Les raisons pour lesquelles ces détails sont notés sont expliquées ci-après.)

Colonne 6. — Classe : la classe 1, 2 ou 3 indique le degré de confiance que l'observateur attache à sa détermination; une très bonne observation est dite de classe 1, une observation passable est dite de classe 2, et une observation d'exactitude douteuse, à rejeter sans hésitation si elle ne s'accorde pas bien avec les autres, de classe 3. Pour déterminer la classe d'une observation, l'observateur prend pour guide le plus ou moins d'accord existant entre les différentes détermi-

nations qui constituent une observation (Voy. p. 326). S'il n'a fait qu'une détermination, il se guide sur l'état du ciel et sur la facilité ou la difficulté de cette détermination. Il est très important qu'une observation ne soit notée de première classe que si elle est réellement bonne. Une détermination isolée ne sera comptée de première classe que si elle a été faite avec un soin particulier. Si une observation est la moyenne de plusieurs mesures, l'écart maximum entre deux quelconques des grandeurs calculées (col. 8) ne devra pas dépasser 0,2 grandeur pour une observation de première classe, ou 0,4 grandeur pour une observation de deuxième classe. S'il y a le moindre doute sur la qualité d'une observation, il vaut mieux la placer dans une classe inférieure et laisser à la personne qui discute les observations le soin de la relever à une classe plus élevée si elle est réellement bonne. En effet, il est à remarquer que les indications de classe sont simplement destinées à guider cette personne, sans qu'elle soit nécessairement conduite à les confirmer (Voy. ci-après.)

Colonne 7. — Comparaisons (Voy. p. 327 et 330). Si l'on observe par la méthode des degrés, la notation occupant peu de place, on pourra mettre toutes les comparaisons formant une observation sur la même ligne horizontale. Si l'on emploie la méthode fractionnaire, qui occupe plus d'espace, on n'inscrira qu'une observation sur chaque ligne.

Colonne 8. — Grandeur calculée : Si l'on emploie la méthode des degrés, on fera cette colonne suffisamment large pour inscrire sur une même ligne horizontale toutes les valeurs calculées, en accord avec ce qui vient d'être dit.

Colonne 9. — Grandeur moyenne.

Colonne 10. — Cette colonne peut être omise si les observations sont faites par la méthode fractionnelle. Si l'on emploie la méthode des degrés, adaptée à des étoiles de grandeur connue, l'observateur y notera la valeur du degré telle qu'il l'obtient des observations qu'il vient d'inscrire (Voy. p. 332). Si, au lieu d'employer la grandeur photométrique des étoiles de comparaison, on décide de calculer la grandeur de ces étoiles, cette colonne sera subdivisée en un certain nombre de colonnes secondaires, selon le nombre des étoiles de comparaison employées, de façon à pouvoir inscrire au fur et à mesure les différences en degrés entre les étoiles de comparaison. calculées comme on l'a expliqué (Voy. tableau IV, p. 335, col. 3 et 4). Cet arrangement facilitera beaucoup les réductions dont la partie la plus

laborieuse se calculera ainsi graduellement. Le nombre de colonnes est donné par le nombre d'étoiles de comparaison employées, diminué d'une unité.

Colonne 11. — Remarques : On inscrit dans cette colonne la couleur de la variable, son apparence, etc., et, en général, tous les faits qui peuvent influencer les déterminations ou qui sont simplement intéressants.

VII

Apparence des étoiles variables.

Les étoiles variables ont souvent une apparence particulière qui varie avec la phase de leur variation. Les unes sont remarquablement bien définies, présentant presque un disque planétaire; d'autres sont mal définies, « laineuses » comme une petite nébuleuse planétaire brillante; d'autres, enfin, apparaissent au minimum comme une nébulosité bleuâtre. Il est bon de noter ces apparences, quoiqu'elles soient possiblement dues en grande partie aux conditions météorologiques et aux particularités optiques de l'instrument employé.

VIII

Influence de la couleur des étoiles.— Phénomène de Purkinje.

Théoriquement, par la couleur d'une étoile, on entend la distribution de l'énergie lumineuse dans son spectre, et deux étoiles ne sont de la même couleur que si le rapport de l'intensité de la lumière d'une longueur d'onde quelconque est la même dans les deux spectres. Pratiquement, le résultat d'une distribution inégale de lumière dans le spectre des deux étoiles se traduit par une impression lumineuse visuelle de caractère différent, différence qui, si elle est considérable, constitue la différence de couleur des deux astres, ou qui, si elle est moins marquée, détermine la façon différente dont ils seront affectés par certaines conditions optiques. Cette différence est une des plus importantes sources d'erreurs auxquelles est soumise la détermination des grandeurs stellaires. Deux étoiles, dont l'une est rougeâtre mais exactement du même éclat que l'autre, paraissent toujours inégalement brillantes, l'étoile rouge semblant plus faible, et différents observateurs se laissent influencer à des degrés différents. La différence s'élève parfois jusqu'à deux grandeurs (HAVARD, A., t. XXXVII,

p. 84) et le fait que la couleur d'une étoile variable change avec son éclat introduit une perturbation de plus dans les conditions qui influencent la grandeur de l'étoile.

Une erreur systématique considérable, due à la couleur de l'étoile observée, a été indiquée par Prof. H -H. Turner (ROUSDON, p. CV): groupant les étoiles en deux catégories, les étoiles très rouges, groupe *A*, et les étoiles rougeâtres, groupe *B*, il montre que pour les étoiles du groupe *B* les différences entre les mesures faites à Rousdon et celles faites à Harvard-College sont très faibles et évidemment accidentelles. Pour les étoiles de la classe *A*, cependant, les déterminations faites à ces deux observatoires diffèrent non seulement d'une façon très prononcée, mais les différences sont systématiques et dépendent de la grandeur de l'étoile d'une façon très régulière, comme on peut le voir par la table ci-dessous.

TABLEAU V

GRANDEUR TROUVÉE A ROUSDON	CORRECTION A APPLIQUER POUR OBTENIR LA GRANDEUR TROUVÉE A HARVARD COLLEGE
6,5	+ 0,63
7,5	+ 0,28
8,5	— 0,08
9,5	— 0,33
10,5	— 0,55
11,5	— 0,66
12,5	— 1,15

Un observateur obtiendra même des résultats différents en observant la même étoile colorée au moyen de deux instruments d'ouverture différente. Ainsi, des observations faites avec un télescope et son chercheur seront en désaccord si l'étoile est rougeâtre et la différence peut être sérieuse, une demi-grandeur et davantage. La cause de ce dernier fait est connue sous le nom de Phénomène de Purkinje : si deux régions lumineuses, l'une bleue, l'autre rouge, paraissent également brillantes et si l'intensité lumineuse de chacune est diminuée

dans des proportions égales, comme cela a lieu si on les examine dans un télescope de plus faible ouverture, la région de couleur bleue paraîtra plus brillante que celle de couleur rouge. De plus, il résulte des expériences de C. Gallissot (Comptes rendus 150, p. 594, 7 mars 1910) que ce phénomène semble ne devenir applicable qu'au-dessous de la sixième grandeur et que la différence est proportionnelle à la diminution d'éclat jusqu'à la onzième grandeur. D'après le même observateur, le changement, dans le cas de *points* lumineux, serait en sens contraire de ce qui se produit pour des régions lumineuses étendues, une source ponctuelle rouge devenant relativement plus brillante lorsque les deux sources diminuent également d'éclat. Il est donc essentiel de tenir note des grossissements employés et de tout changement d'instrument. On peut remarquer ici que la méthode fractionnaire d'observation atténue la solution de continuité existant entre deux séries de déterminations faites au moyen d'instruments d'ouvertures différentes, puisqu'elle place l'éclat de la variable entre deux limites qui peuvent être très proches l'une de l'autre (Voy. pour une étude de l'effet du changement d'instrument J.B.A.A., t. XX, p. 130).

Une autre cause d'erreur, purement instrumentale, est d'une investigation plus difficile : elle dépend entièrement de l'objectif employé, objectif qui, comme on le sait, est formé de deux ou même de trois lentilles dont la combinaison a pour but d'éliminer autant que possible l'aberration chromatique.

Or, il n'est pas possible en pratique d'obtenir des objectifs d'une correction parfaite et l'on doit se borner à corriger l'objectif pour deux (ou, si l'on emploie trois lentilles, trois) longueurs d'onde seulement, les longueurs d'onde choisies dépendant de l'usage auquel l'instrument est destiné et de la méthode par laquelle l'opticien a résolu le problème de la correction chromatique. Deux réfracteurs « corrigés » pour des longueurs d'onde différentes donneront des images de constitution lumineuse différente, impressionnant nécessairement la rétine d'une façon dissemblable et conduisant, par suite, probablement à des évaluations de grandeur discordantes. On a trouvé, en effet, que les observations faites au moyen de télescopes *réflecteurs* sont sensiblement d'accord, tandis que celles faites au moyen de *réfracteurs* ne le sont pas autant. Pour cette raison, l'étude de la couleur des étoiles nécessite l'emploi d'un réflecteur pour s'affranchir de toute erreur due à la dispersion.

La couleur des étoiles variables est représentée par un nombre appartenant à une échelle numérique s'étendant de zéro à dix, le zéro correspondant à une étoile blanche et dix à la couleur des étoiles les plus rouges connues : S Céphée, U Cygne et R Lièvre.

IX

Influence du clair de Lune.

L'effet du clair de Lune est d'illuminer le fond du Ciel et, par suite, de diminuer le contraste existant entre l'éclat des étoiles et le fond sur lequel elles se projettent. Le résultat immédiat est de diminuer la pénétration du télescope en rendant invisibles les étoiles de faible grandeur. Son effet sur les étoiles plus brillantes est dans le même sens, c'est-à-dire une diminution d'éclat. En général, l'effet étant le même sur toutes les étoiles du champ, aucune erreur systématique n'est introduite. La présence de la Lune change simplement une observation facile d'étoiles relativement brillantes en une observation difficile d'étoiles à la limite de la visibilité. Selon Sir C.-E. Peck (ROUSDON, p. VII), l'expérience a montré que, au-dessus de la dixième grandeur, les déterminations de grandeur et de couleur faites par un brillant clair de Lune s'accordent aussi bien entre elles que celles faites par un Ciel sombre et sont aussi dignes de confiance.

Dans le cas où les étoiles que l'on compare sont de couleurs différentes, cependant, l'on conçoit que l'affaiblissement des étoiles du champ par suite de l'éclairement lunaire puisse introduire des effets de contraste et affecter les observations d'une façon spéciale.

X

Influence de la position de l'œil.

Si deux sources lumineuses *a* et *b* sont également brillantes, et si l'on fait tourner l'une autour de l'autre comme centre dans un plan normal à la ligne visuelle, de façon à ce que la ligne joignant les deux sources passe par toutes les inclinaisons possibles, l'éclat relatif de ces deux sources ne restera pas le même, mais *a* paraîtra alternativement plus brillante et plus faible que *b* pendant chaque révolution. La plus grande différence d'éclat a lieu pour un certain « angle de position » (angle de la ligne joignant les deux sources avec la ligne

joignant les deux yeux), bien défini pour un observateur donné, mais variant d'une personne à l'autre, et dépendant de la structure de l'œil.

Ce phénomène introduit dans l'observation des étoiles variables une erreur systématique entièrement subjective, qui a fait l'objet d'une étude de la part de A.-W. Roberts (M.N.R.A.S., t. LVII, p. 483; t. LIX, p. 524). Selon lui, la différence peut s'élever à une grandeur entière. L'erreur moyenne que cette particularité philosophique produit sur le résultat des déterminations de grandeur est sans doute faible lorsque l'on fait plusieurs comparaisons, les étoiles de comparaison se trouvant généralement dans différentes directions. Il est cependant très recommandable de placer, lorsque l'on observe, autant que possible, la ligne des yeux dans une direction parallèle à la ligne des deux étoiles que l'on compare. Il est d'ailleurs possible de s'assurer si l'erreur existant de ce chef est actuellement négligeable et, si elle est sensible, dans quel sens elle agit, lorsque l'on a un grand nombre d'observations et que l'on a noté l'heure à laquelle elles ont été faites (voy. ROUSDON, p. XVII).

XI

Effet de l'ouverture du télescope sur sa pénétration, et son influence sur l'appréciation visuelle des grandeurs stellaires.

La puissance de pénétration d'un télescope dépend seulement de son ouverture, un objectif de grand diamètre captant plus de lumière, tandis qu'un occulaire à fort grossissement n'ajoute pas sensiblement à la pénétration, mais dilue la clarté du fond sans diluer la lumière des étoiles elles-mêmes, qui se montrent alors mieux sur un fond sombre; par une nuit bien noire le gain de pénétration dû à un fort grossissement est peu marqué.

Il s'ensuit qu'un observateur qui s'est accoutumé à apprécier la grandeur des étoiles indépendamment de toute étoile de comparaison, et a fait son éducation visuelle au moyen d'un certain télescope, obtient des résultats erronés lorsqu'il emploie un télescope d'ouverture différente. Il est en effet naturel que si la plus faible étoile justement visible dans l'instrument dont il se sert d'habitude est, par exemple, de la quatorzième grandeur, il estimera comme étant de la quatorzième grandeur une étoile justement visible dans un autre télescope; de même pour les étoiles appartenant à d'autres ordres de

grandeur. Les étoiles seront donc estimées trop faibles avec un télescope de moindre ouverture et trop brillantes avec un télescope de plus grande ouverture que le télescope employé le plus habituellement.

La lumière que reçoit un télescope dépendant de la surface de son objectif varie d'après la seconde puissance de l'ouverture, et il en résulte que la quantité de lumière reçue de la plus faible étoile visible dans un champ télescopique est inversement proportionnelle à la seconde puissance de l'ouverture. Si une étoile A, de grandeur numérique *a*, émettant une quantité de lumière L_A est tout juste visible dans un télescope d'ouverture α et si une autre étoile B, de grandeur numérique *b*, émettant une quantité de lumière L_B est tout juste visible dans un télescope d'ouverture β, on a, si $L_A > L_B$, et $\alpha > \beta$:

$$\frac{L_A}{L^B} = \frac{\beta^2}{\alpha^2} \text{ mais on a vu que } \frac{L_A}{L_B} = 2{,}512^{b-a} \qquad (2)$$

$$\text{donc } \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2 = 2{,}512^{b-a} \text{ et logarithmiquement,}$$

$$2\,(\log.\ \beta - \log.\ \alpha) = (b - a) \times \log.\ 2{,}512, \text{ c'est à dire}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{\log.\ \beta - \log.\ \alpha}{b - a} \text{ ou bien}$$

$$(b - a) = 5\,(\log.\ \beta - \log.\ \alpha) \qquad (6)$$

Si α est l'unité, soit un pouce ou 2,54 centimètre, log. $\alpha = 0$, et

on a $\quad (b - a) = 5 \log.\ \beta,$

ou bien $\quad b = a + 5 \log.\ \beta \qquad (7)$

c'est-à-dire que l'étoile la plus faible visible dans un télescope a pour grandeur numérique la grandeur numérique de la plus faible étoile tout juste visible dans un télescope d'ouverture unité augmentée de cinq fois le logarithme de l'ouverture du premier télescope. Si, par exemple, un télescope de un pouce d'ouverture permet de voir les étoiles jusqu'à la grandeur 9,5, un télescope de 3,5 pouces permettra d'aller jusqu'à $9{,}5 + 5 \times \log.\ 3{,}5 = 12{,}2$ grandeur. La valeur *a*, grandeur de l'étoile la plus faible dans un télescope d'ouverture unité, diffère pour chaque observateur, et dépend aussi de qualité du télescope. La formule (6) permet de calculer la correction $(b - a)$ applicable aux déterminations absolues de grandeur faites avec un télescope d'ouverture α différant de l'ouverture β à laquelle l'observateur est

habitué, pour la ramener à la valeur qu'il aurait obtenue s'il avait employé ce dernier télescope. Par exemple, la correction pour une ouverture de 4,1 pouces au lieu de 7,2 est 5 (log 7,2 — log 4,1) = 1,25, à ajouter à toutes les déterminations absolues de grandeur; la correction pour une ouverture de 9,5 pouces au lieu de 7,2 est 5 (log 7,2 — log 9,5) = — 0,60, à retrancher de toutes les déterminations (POGSON, p. XXIII).

XII

Absorption atmosphérique.

Les rayons lumineux stellaires, avant d'arriver à l'œil, traversent une épaisseur de l'atmosphère terrestre qui varie selon la distance zénithale de l'étoile, et, par suite de leur passage à travers ce milieu, une certaine proportion de lumière émise par l'étoile est absorbée, le résultat immédiat étant une diminution de l'éclat de l'étoile. L'importance de cette diminution d'éclat dépend de la position de l'étoile dans le ciel selon une loi géométrique, très simple dans les limites où elle est applicable, mais qui est masquée par l'influence des circonstances météorologiques dont les effets modifient l'absorption à un tel degré que son application nécessite de très grandes précautions.

L'absorption est minimum au zénith et maximum à l'horizon. Même à l'horizon, cependant, elle est parfois extraordinairement faible : l'auteur a vu Vénus, très brillante, se coucher derrière l'horizon de la mer, réapparaître un instant comme une ondulation de l'océan soulevait le navire, et disparaître ensuite de nouveau; il a aussi vu Mars se lever derrière une haie lointaine, en rase campagne.

Une étude de l'absorption montre que la proportion de lumière transmise est indépendante de l'intensité de la lumière émise et de la densité du milieu contenu dans une colonne de volume et de section donnés, de sorte que, si α est la proportion de lumière transmise après avoir traversé une couche d'air de 1 mètre d'épaisseur, un rayon lumineux d'intensité initiale I devient $I\alpha$, $I\alpha^2$, $I\alpha^3$,... $I\alpha^l$ après avoir traversé une couche d'épaisseur 1, 2, 3,... l mètres.

Considérons un astre émettant un rayon dont l'intensité lumineuse initiale est I, réduite à I_0 après avoir traversé normalement l'atmosphère au zénith (distance zénithale $Z = 0$); et soit I_Z l'intensité lumineuse de ce rayon après avoir traversé obliquement l'atmosphère

(distance zénithale = Z). Comme on vient de le voir, on a, l étant l'épaisseur de l'atmosphère,

$$I_0 = I\alpha^l \qquad (8)$$

ou, mettant cette expression sous la forme logarithmique :

$$\log. \frac{I_0}{I} = l \times \log. \alpha = Cl$$

ou bien log. I_0 — log. I = Cl
C = log. α étant une constante.

D'autre part, on a vu que $\frac{L_A}{L_B} = 2{,}512^{b-a}$, formule (2); mettant cette formule sous la forme logarithmique, on a log. L_A — log. L_B = 0,4b — 0,4a; c'est-à-dire que, pour passer du logarithme de l'intensité lumineuse à la grandeur correspondant à cette intensité, il suffit de multiplier par 0,4. Transformant de cette façon l'expression log. I_0 — log. I = Cl, on a

$$M_0 - M = \frac{Cl}{0{,}4} \qquad (9)$$

où M_0 et M sont les grandeurs correspondant à I_0 et I respectivement. On voit que M_0-M, diminution de grandeur due à l'absorption atmosphérique, est proportionnelle à l'épaisseur d'air traversée ; $\frac{Cl}{0{,}4}$ est le coefficient d'absorption, exprimé en grandeur stellaire, et c'est ce coefficient qu'il s'agit de déterminer numériquement.

Si on néglige l'effet de la courbure de la terre, la longueur du trajet d'un rayon oblique dans l'atmosphère augmente dans le rapport de Sec. Z à 1. On a donc pour la diminution de grandeur dans ce cas, M_Z étant la grandeur correspondant à I_Z,

$$M_Z - M = (M_0 - M) \text{ Sec. } Z,$$

ce qui revient à

$$\log. \frac{I_Z}{I} = \text{Sec. } Z \log. \frac{I_0}{I} \qquad (10)$$

ou bien

$$\log. I \,(\text{Sec. } Z - 1) = \log. I_0 \times \text{Sec. } Z - \log. I_Z$$

c'est-à-dire, passant à la grandeur stellaire et divisant par 0,4,

$$M \,(\text{Sec. } Z - 1) = M_0 \times \text{Sec. } Z - M_Z \qquad (11)$$

Il n'est pas possible de déterminer directement l'absorption due à l'épaisseur de l'atmosphère, puisque la grandeur M de l'astre en l'absence de toute atmosphère est inconnue, mais on peut déterminer l'absorption due à l'augmentation de l'épaisseur d'air traversée par la lumière de l'astre en mesurant la grandeur de celui-ci à deux distances zénithales différentes. Si M_{Z_1} et M_{Z_2} sont les deux valeurs trouvées pour la grandeur de l'astre (grandeur réelle M, grandeur zénithale M_0) à des distances zénithales Z_1 et Z_2 respectivement, on a, remplaçant dans (11)

$$M\,(\text{Sec. } Z_1 - 1) = M_0 \times \text{Sec. } Z_1 - M_{Z_1}$$
$$M\,(\text{Sec. } Z_2 - 1) = M_0 \times \text{Sec. } Z_2 - M_{Z_2}$$

et, faisant la différence :

$$M\,(\text{Sec. } Z_1 - \text{Sec. } Z_2) = M_0\,(\text{Sec. } Z_1 - \text{Sec. } Z_2) - (M_{Z_1} - M_{Z_2})$$

ou bien

$$M_0 - M = \frac{M_{Z_1} - M_{Z_2}}{\text{Sec. } Z_1 - \text{Sec. } Z_2}$$

Comparant avec (9), on voit que

$$\frac{M_{Z_1} - M_{Z_2}}{\text{Sec. } Z_1 - \text{Sec. } Z_2} = \frac{C l}{0{,}4},\ \text{le coefficient d'absorption.}$$

Si on répète cette détermination sur un grand nombre d'étoiles, on obtiendra la valeur moyenne :

$$\begin{matrix}\text{Coefficient d'absorption} \\ \text{en grandeur stellaire}\end{matrix} = \frac{\Sigma\,(M_{Z_1} - M_{Z_2})}{\Sigma\,(\text{Sec. } Z_1 - \text{Sec. } Z_2)}. \qquad (12)$$

L'absorption atmosphérique a fait l'objet d'une étude approfondie dans plusieurs observatoires. Nous nous bornerons à donner les résultats obtenus à Harvard College (HARVARD, A., t. XIV, p. 5 et 45). Des étoiles, au nombre de 100, d'éclat au moins égal à la sixième grandeur, et distribuées aussi uniformément que possible entre +60° et +75° de déclinaison, furent observées à leur passage au méridien, supérieur et inférieur, et la différence de l'éclat de chaque étoile dans ces deux positions fut déterminée. De ces observations on déduit d'après l'expression (12) :

$$A = \begin{matrix}\text{Coefficient d'absorption} \\ \text{en grandeur stellaire}\end{matrix} = \frac{\begin{matrix}\text{Somme des différences de grandeur} \\ \text{moyenne aux deux passages}\end{matrix}}{\begin{matrix}\text{Somme des différences de Sec. Z} \\ \text{aux deux passages}\end{matrix}}$$

$$= \frac{55{,}53}{219{,}68} = 0{,}253,\ \text{soit } 0{,}25.$$

Il s'ensuit donc que $M_0 - M = 0,25 = A_0$, fraction de la grandeur perdue en traversant l'atmosphère, au zénith. L'absorption, exprimée en grandeur stellaire, étant proportionnelle à l'épaisseur d'air traversée, et l'épaisseur à la distance zénithale Z, étant proportionnelle à Sec. Z, la fraction de la grandeur perdue en incidence oblique est $M_Z - M = A_Z = 0,25$ Sec. Z. La différence d'absorption est la correction à appliquer à la grandeur observée pour la réduire au zénith, et comme $A_Z - A_0 = M_Z - M - A_0 = M_Z - (M + A_0) = M_Z - M_0 = A$, on a donc

$$\text{Absorption } A = 0,25\ (\text{Sec. } Z - 1) \qquad (13)$$

et

$$M_0 = M_Z - 0,25\ (\text{Sec. } Z - 1) \qquad (14)$$

Une dernière correction est nécessaire pour réduire les grandeurs finales à une échelle de grandeurs qui s'accorde avec celle d'Argelander : l'étoile Polaire, de grandeur 2,0 au pôle (observée à la latitude de 42°23' N), a 1,9 pour sa grandeur rapportée au zénith, et en l'absence de toute atmosphère sa grandeur serait 1,63 : on doit donc ajouter 1,9 — 1,63 = 0,27 à toutes les déterminations, et l'on a finalement pour la correction à appliquer à la grandeur visuelle.

$$\text{Correction} = 0,25\ (\text{Sec. } Z - 1) + 0.27 \qquad (15)$$

Près de l'horizon, la courbure n'est plus négligeable, mais pour Z = 75° la correction à la formule (10) nécessitée par la courbure terrestre est insignifiante, correspondant à environ 0,01 grandeur pour Z = 75° (voy. HARVARD, A., t. XIV, où l'on trouvera une étude détaillée de la question, et dont la plupart de ces remarques sont extraites).

La discussion des mêmes observations a montré que le coefficient d'absorption varie avec la pression barométrique selon la formule

$$A = 0,25 - 0,02\ (P - 30) \qquad (16)$$

où P est la hauteur de la colonne mercurielle en pouces; on voit donc que le coefficient ne varie qu'entre des limites assex étroites, de 0,22 à 0,28.

Les observations visuelles n'étant pas d'une très grande précision, il n'y a pas lieu, en général, d'y tenir compte de l'absorption, les étoiles de comparaison étant réunies dans un champ relativement étroit, et par suite ayant sensiblement la même distance zénithale. Lorsque cependant la variable est suffisamment brillante pour néces-

siter l'emploi d'étoiles de comparaison situées l'une loin de l'autre, et à des hauteurs très différentes, il faut corriger la grandeur de ces étoiles pour l'effet inégal de l'absorption de l'atmosphère.

Près de l'horizon, l'absorption devient considérable, et elle varie parfois très fortement pour un faible changement de distance zénithale. L'existence vers l'horizon d'un banc de brume au bord très net, mais assez légère pour ne pas être decelée dans un champ télescopique dont elle occupe la partie supérieure (image renversée) a été reconnue parfois par l'auteur, et, dans ces conditions, les étoiles de comparaison doivent être choisies autant que possible sur la même ligne horizontale que la variable, car deux étoiles de même grandeur réelle paraissent alors d'éclat différent, la plus haute dans le champ télescopique étant la moins brillante par suite du voile de brume.

XIII

Discussion des observations.

Lorsque l'on a réuni un grand nombre d'observations d'étoiles variables, il convient de les examiner d'abord minutieusement pour discerner si elles ne sont pas sujettes à des erreurs systématiques. Comme on l'a vu, une partie de ce travail peut être faite presque au fur et à mesure, par exemple la détermination de la valeur du degré de l'observateur correspondant à chaque observation (voy. p. 332), la vérification des résidus ε_1, ε_2, etc. (voy, p. 333), la différence entre les grandeurs des étoiles de comparaison prises deux à deux (voy. p. 335) et, dans le cas où l'éclat des étoiles de comparaison est connu, la détermination de la grandeur de la variable elle-même.

La discussion aura d'abord pour but l'étude de la variation de la valeur du degré de l'observateur avec la grandeur stellaire et avec l'intervalle observé. Le facteur par lequel un intervalle donné, en degrés, doit être multiplié pour donner la différence de grandeur équivalente n'est pas, en effet, nécessairement constant pour tous les intervalles de grandeur ni pour toutes les grandeurs. Si un intervalle observé comme étant de 1,0 grandeur est réellement de 0,8, il ne s'ensuit pas qu'un intervalle de 2,4, donc trois fois plus étendu, sera observé comme étant de 3,0 grandeur; il ne s'ensuit pas non plus nécessairement que la valeur relative des intervalles réels et observés conserve cette valeur pour toute l'échelle de grandeur, des étoiles les plus faibles

aux étoiles les plus brillantes (voy. ROUSDON, p. X, où l'on trouvera un exposé de la discussion, dont ce qui suit n'est qu'un aperçu).

Si l'on a fait plusieurs comparaisons avec des étoiles de comparaison de grandeur connue, et si l'on a calculé la grandeur moyenne de la variable, on peut, partant de celle-ci, calculer la grandeur des étoiles de comparaison qui correspond à la grandeur moyenne obtenue pour la variable. Ainsi, dans l'exemple donné plus haut (voy. p. 335), on avait le 12 mai $c - 2{,}5$, $e + 2$, $f + 3{,}5$, avec $c = 9{,}18$, $e = 9{,}72$, $f = 9{,}96$, donnant $V = 9{,}49$ (grandeur moyenne). Ceci donne donc, en supposant que le degré est de 0,1 :

$$c + 0{,}25 = 9{,}49 \text{ ou } c = 9{,}24$$
$$e - 0{,}2 \ \ = 9{,}49 \text{ ou } e = 9{,}69$$
$$f - 0{,}35 = 9{,}49 \text{ ou } f = 9{,}84$$

(les signes sont changés dans les trois dernières équations puisqu'elles concernent des grandeurs numériques, selon la convention faite plus haut, p. 293). L'on répète ce calcul pour toutes les observations et on forme une table pour chaque étoile de comparaison, comme suit :

TABLEAU VI

ETOILE c, GRANDEUR 9,18		
INTERVALLE OBSERVÉ	GRANDEUR CALCULÉE MOYENNE	NOMBRE D'OBSERVATIONS
—0,30	9,35	2
—0,25	9,22	5
—0,20	9,40	3
....	....	...
etc.	etc.	etc.

la deuxième colonne contient la moyenne des grandeurs calculées correspondant à la même valeur de l'intervalle observé ; la troisième colonne contient le nombre de fois qu'un intervalle a été observé.

Une telle table permettra déjà de distinguer plusieurs particularités. Si les intervalles observés sont réellement en dixièmes de grandeur, la moyenne d'un grand nombre d'observations sera d'accord avec la grandeur vraie, mais si l'observateur a une échelle de gran-

deur qui lui est propre, les résultats montreront des différences systématiques.

Toutes ces tables sont ensuite réunies dans une table générale disposée d'une façon analogue, et par ordre de grandeur des étoiles de comparaison :

Tableau VII

Intervalle observé	Grandeur de l'étoile de comparaison								
	6,4 et au-dessus		de 6,5 à 6,9		de 7,0 à 7,4		de 7,5 à 7,9		etc.
	Cor.	N. d'obs.	Cor.	N. d'obs.	Cor.	N. d'obs.	Cor.	N. d'obs.	

Les nombres inscrits dans les colonnes « Corrections » (Cor.) sont les différences moyennes entre la grandeur déduite d'un intervalle observé donné et la grandeur adoptée pour l'étoile de comparaison, c'est-à-dire l'erreur d'intervalle, + si la correction doit être ajoutée à la grandeur adoptée, — si elle doit être soustraite. Cette table permet de déterminer la correction à appliquer aux observations selon l'étendue de l'intervalle et la grandeur de la variable.

C'est en discutant de cette façon les observations faites à Rousdon que le Prof. H.-H. Turner a trouvé que l'erreur d'intervalle augmente bien, comme on doit s'y attendre, avec l'étendue de l'intervalle, mais que cette erreur cesse d'augmenter lorsque l'intervalle atteint une demi-grandeur environ, restant alors sensiblement constante pour des intervalles s'étendant jusqu'à plusieurs grandeurs (voy. Rousdon, p. XII). En discutant les observations de J. Baxendell, la même particularité remarquable s'est rencontrée, et elle est peut-être présente dans toutes les observations faites avec cette méthode.

XIV

Poids des observations et courbe de la variation d'éclat de la variable

Une fois les observations corrigées et la grandeur définitive de la variable obtenue, on peut représenter la variation lumineuse au

moyen d'un graphique. Un graphique continu de la variation de l'étoile, période après période, n'est pas recommandable, car si l'échelle chronologique n'est pas trop petite, la longueur du diagramme est une source d'ennui.

Deux procédés s'offrent à l'observateur de variables à longue période :

1° On peut employer une feuille quadrillée, suffisante pour une année entière, et employer une feuille pour chaque année, une même feuille étant consacrée à plusieurs variables, les différentes courbes étant tracées l'une au-dessus de l'autre (1);

2° On peut tracer sur une feuille quadrillée un graphique séparé pour chaque période, d'un minimum au minimum suivant, le continuant à chaque extrémité jusqu'au bord du papier, dont la marge a été coupée. On emploie toujours la même échelle de grandeur, et on peut alors, lorsque l'on le désire, placer deux ou plusieurs diagrammes consécutifs avec leurs bords superposés, l'un continuant l'autre, et constituer ainsi une courbe continue de la variation aussi étendue qu'on le voudra; ce procédé est le plus recommandable.

On marquera chaque observation de première classe par un point noir bien net et assez gros, chaque observation de deuxième classe par une croix et chaque observation de troisième classe par un petit point. (Convention des signes, voy. fig. 2.) Si deux ou trois observations se superposent exactement, on marquera la grandeur commune par une superposition de points, de petits cercles et de croix, selon un système de notation que chacun peut facilement établir pour lui-même. En général, la superposition *exacte* de plus de deux ou trois points ne se présentera que rarement, et dans ce cas on emploiera un signe spécial et on marquera à côté le nombre des obser-

(1) On peut obtenir de MM. Carl Schleicher et Schüll, Düren, Allemagne, des blocs de feuilles quadrillées, divisées en mois et en jours (73,2 × 25,0 centimètres, n° 350,5 E), qui répondent admirablement aux besoins de l'observateur de variables; un autre bloc (32,0 × 19,0 centimètres, n° 340,5) donne une échelle qui peut s'adapter soit à une, soit à deux semaines, avec subdivision horaire, éminemment propre à l'étude des variables à courte période. Deux autres blocs (n°s 351 5 AI et AII), divisés en quarts de mois, permettent des tracés s'étendant sur dix années; les divisions représentant un quart de mois sont de 1,5 millimètre et permettent de marquer la position d'une observation à un jour près, approximativement. Le quadrillé a une hauteur de 25 et de 50 centimètres respectivement et on peut tracer sur ce dernier les courbes de cinq ou six variables à la fois sans crainte qu'elles ne s'embrouillent.

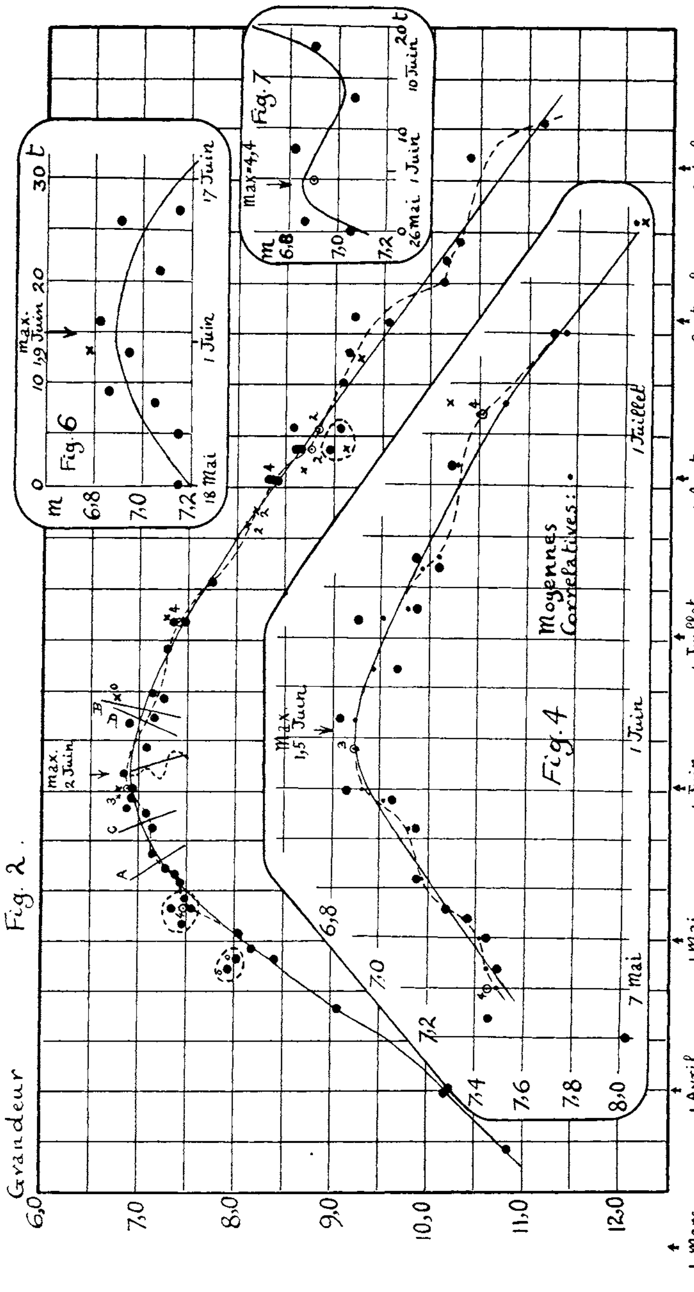


FIG. 4.—La ligne pointillée ne monte pas au sommet de la courbe,

vations, ce chiffre indiquant qu'il faut avoir recours aux listes des observations elles-mêmes pour décider de la valeur définitive à donner à ce point.

Au cours de la formation du graphique, cependant, il devient souvent évident que l'observateur a été soit trop modeste, marquant une bonne observation comme n'étant que de deuxième ou de troisième classe, soit trop confiant, marquant comme étant de première classe une observation qui, par suite peut-être d'erreurs de transcription ou de réduction, ne peut être admise que comme étant de deuxième classe ou même doit être rejetée entièrement. L'opérateur qui s'occupe de la discussion des résultats obtenus par d'autres observateurs est donc conduit soit à confirmer la qualité des observations, soit à modifier, dans un sens ou dans l'autre, le degré de confiance qui lui est indiqué pour pouvoir être attaché à une observation donnée, avant de livrer ces résultats au calcul.

(*A suivre.*) MAURICE-E.-J. GHEURY, F. R. A. S.,
Professeur à l'Ecole polytechnique de Woolwich.

SUR QUELQUES APPLICATIONS DU SÉLÉNIUM EN ASTROPHYSIQUE

Le sélénium, ce corps si curieux, analogue au soufre, a été découvert par Berzélius en 1817. Il présente une forme cristalline et se signale par le fait que sa résistance au passage du courant électrique change considérablement sous l'influence de la lumière (1). L'effet de la lumière est d'ailleurs plus complexe, puisque le seul fait d'envoyer un rayon lumineux sur le sélénium engendre un courant électrique, d'où le nom de *pile de sélénium* donné à un mince filament de cet élément cristallisé, filament contourné sur lui-même et muni à ses extrémités des bornes nécessaires à la réunion à un galvanomètre très sensible.

Les applications pratiques de cette propriété à l'astrophysique

---

(1) Dans le *photophone* et le *radiophone* du célèbre Prof. Graham Bell et de Tainter (1880), se trouvent déjà des explications pratiques de cette ancienne propriété du sélénium. La télégraphie sans fil par le procédé Marconi et ses similaires a remisé dans l'oubli ces appareils, ce qui s'est peut-être traduit par un délaissement tout au moins passager de l'étude du sélénium.

datent de 1895 (1), alors que M. G.-M. Michin put mesurer le courant produit par la lumière des étoiles les plus brillantes concentrée au foyer d'un réflecteur de 60 centimètres et agissant sur une mince couche de sélénium recouverte d'huile œnantique. Plus tard, M. E. Ruhmer, de Berlin, utilisa des *piles* de sa construction pour l'étude des changements de température qui se produisirent lors de l'éclipse partielle de Soleil du 31 octobre 1902 et également lors de l'éclipse de Lune des 11-12 avril 1903. Ces études furent renouvelées par les PP. Th. Wulf et J.-D. Lucas, S. J., lors de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 en Espagne, dans le but de déterminer l'instant précis et la durée de la totalité. Lors de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912, la méthode donna quelques mécomptes mais qui doivent être attribués à la trop grande sensibilité du galvanomètre employé. Le rayon lumineux dirigé par le miroir du galvanomètre sur le film récepteur destiné à l'enregistrement des déviations dépassa les limites de ce film un peu avant la totalité et n'y rentra qu'après la fin de celle-ci. Nous renvoyons nos lecteurs, pour cette partie, aux numéros de *Ciel et Terre* dans lesquels ont paru les comptes rendus de l'éclipse. Les lignes qui vont suivre ne sont que l'introduction à l'exposition d'idées que nous croyons nouvelles et susceptibles d'utilisation pratique. Ajoutons encore, comme historique, que M. J. Stebbins a comparé fructueusement à l'Observatoire de l'Université d'Illinois, l'éclat de la comète de Halley avec celui d'autres astres (étoiles) au moyen d'une pile au sélénium.

Les expériences remarquables de M. J. Stebbins nous montrent les changements extraordinaires de résistance du sélénium. Les variations ont atteint 27,000 ohms pour chaque degré centigrade aux environs de 20°, pour une cellule Ruhmer dont la résistance à 20° était de 410,000 ohms, variation correspondant donc à 6.58 p. c. par degré. Il est très important de faire remarquer en plus que la sensibilité du sélénium est maxima pour les ondes $\gamma = 7000$, descend assez rapidement et ne présente plus pour $\gamma = 8000$ que de 0.15 à 0.25 de sa valeur primitive. Quant à la montée, elle est plus lente et très régulière chez la pile *Ruhmer* essayée et dans une *Giltay* refaite. Pour deux autres *Giltay*, un maximum secondaire de sensibilité, atteignant de 0,70 à 0,95 du maximum vrai, se trouvait vers $\gamma = 5800$, point

(1) Nous empruntons bon nombre des renseignements qui vont suivre aux travaux de M. Joël Stebbins, parus dans l'*Astro-physical Journal*, vol. XXIII et XXIV.

pour lequel la *Ruhmer* et la *Giltay* refaite ne donnait que 0,15 à 0,20 de ce maximum. Les piles *Ruhmer* sont donc préférables; ce sont celles dont se sont servis les PP. Wulf et Lucas, S. J.

Le sélénium a donc une sélection très nette pour les couleurs, bien différentes de celle de nos yeux, et sa sensibilité, si exaltée par le rouge, doit intervenir dans les études comparatives de foyers lumineux dissemblables. En effet, ceux qui contiennent relativement peu de rayons rouges, notre Soleil, par exemple, dont la lumière nous paraîtrait bleuâtre si l'absorption atmosphérique ne nous la changeait en blanc, doivent produire sur le sélénium des effets bien moins marqués.

C'est ainsi qu'à l'Observatoire de l'Ebre (Tortosa) les PP. Wulf et Lucas n'obtinrent pour équivalent solaire qu'un éclat de 7,000 bougies à 11 h. 45 du matin, alors que certainement comme ils le disent eux-mêmes, le Soleil à midi, à cette époque de l'année est en Espagne bien autrement brillant.

L'action sélective des piles au sélénium, préparées d'après le procédé employé par M. Ruhmer, est grande pour les rayons rouges, elle est faible pour le jaune, moindre encore pour le vert et l'infrarouge et presque nulle pour le bleu et surtout pour le violet. Ce phénomène dans beaucoup d'applications serait plutôt un défaut, mais cesse d'en être un s'il s'agit de la mesure d'un foyer lumineux d'intensité invariable en lui-même, et si les variations d'intensité de ce même foyer et par conséquent celles de la conductibilité du sélénium, ne résultent que du passage entre le foyer lumineux et la pile, d'un écran plus ou moins opaque dans les diverses portions interposées. Le sélénium serait ici le sensitomètre employé pour mesurer les opacités relatives de l'écran. Les variations d'intensité lumineuse, en agissant sur le sélénium, produiront des changements dans sa résistance qui se traduiront aisément par des déviations du miroir du galvanomètre enregistrables sur un film sensible. Celui-ci devrait se déplacer d'une façon uniforme au moyen d'un mouvement d'horlogerie, en même temps que le châssis portant l'écran, quoique des mouvements discontinus puissent être employés également et même dans certains cas avec avantage.

Il nous semble que par ce procédé on pourrait faire des évaluations *assez exactes* et surtout *très rapides* des intensités, c'est-à-dire des *éclats globaux* des diverses portions des clichés stellaires et particulièrement de ceux de la Voie Lactée, des comètes, des nébuleuses, etc.

On obtiendrait ainsi des courbes dont les aires évaluées rapidement au planimètre d'Amsler ou même par simple découpage (selon le procédé expéditif déjà proposé il y a bien un demi-siècle par Richard Proctor, pour les jauges stellaires) nous fourniraient des renseignements précieux et d'autant plus intéressants que la rapidité extrême de leur obtention permettrait de multiplier les expériences et surtout de réussir celles-ci en peu de temps même dans le cas de nombreuses dictées à étudier (1).

Il nous semble qu'il y aurait dans l'application du sélénium un moyen pratique également de rendre plus lisibles les spectrophotogrammes très faibles tels que ceux des comètes et des étoiles peu brillantes. Le cliché, convenablement entraîné par un chariot, soit avec une vitesse constante, soit par *sauts*, produirait des éclipses plus ou moins accentuées du foyer lumineux et par conséquent des variations de la résistance du sélénium qu'il suffirait d'enregistrer au galvanomètre. Si le film récepteur se meut avec la même vitesse la ligne noire contournée (après développement et fixage) visible sur le papier sensible et résultant ses déplacements de la tache lumineuse, aura la même longueur que sur le spectrophotogramme original. Si, au contraire, on désirait un agrandissement de dix fois, par exemple, il suffirait de régler en conséquence la vitesse de déroulement du film.

Les changements accidentels d'intensité lumineuse du foyer employé seraient facilement éliminés dans le résultat, en répétant plusieurs fois la même expérience; quant aux changements dus à la température ambiante, un petit thermostat, d'une construction facile, pourrait y remédier.

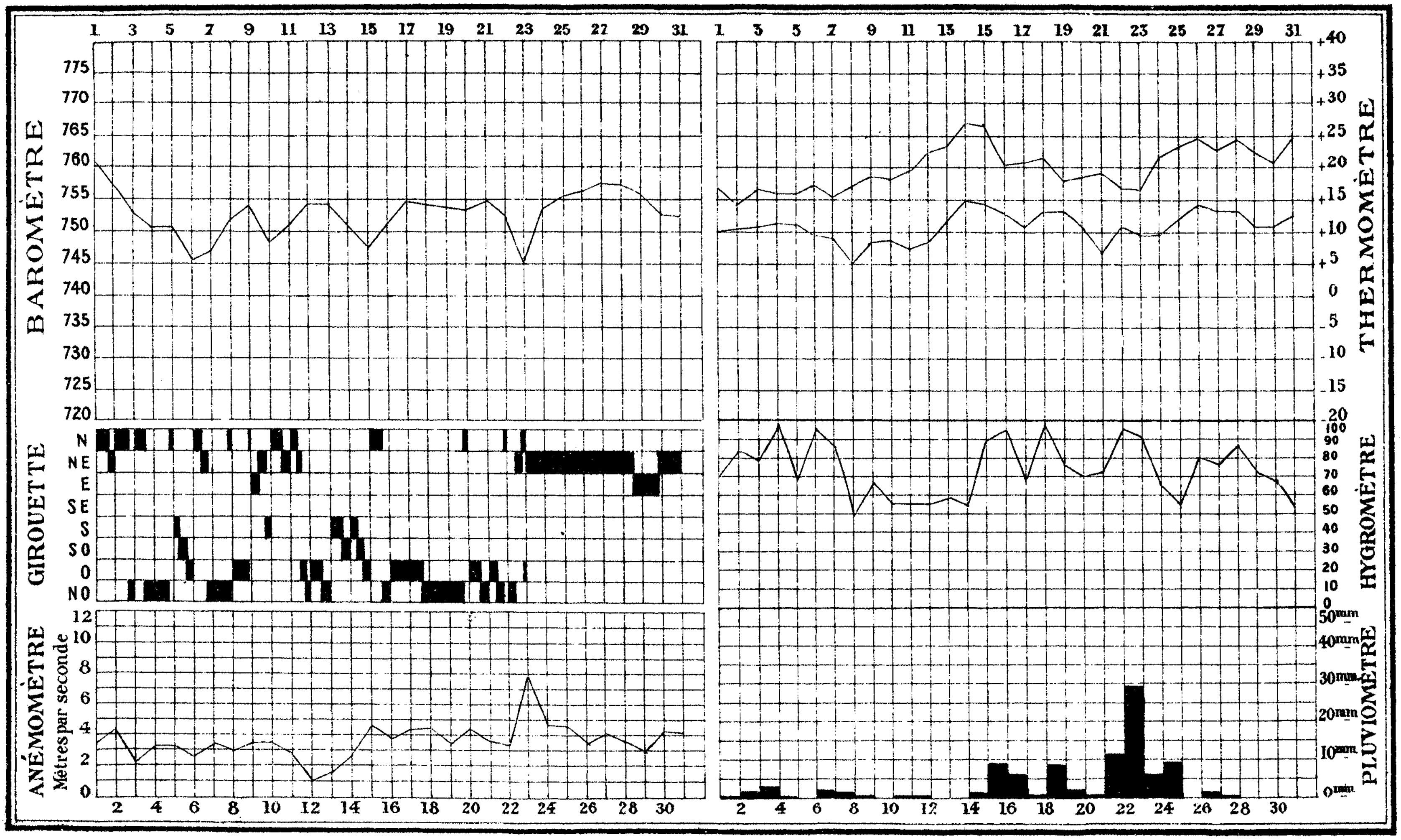
Nous engageons vivement ceux de nos collègues qui possèdent l'outillage nécessaire, d'essayer ces expériences aussi faciles à réaliser que fécondes, peut-être dans leurs résultats. Nous regrettons de ne pouvoir le faire actuellement nous-mêmes pour cause de manque de temps et d'installations.

Emm. M[a] S. NAVARRO-NEUMANN, S. J.
Directeur de la Station sismologique de Cartuja (Grenade).

---

(1) Cette rapidité s'oublie parfois en astronomie : témoin la *Carte du ciel*, commencée il y a vingt-six ans, et loin encore d'être achevée. Peut-être eût-il été préférable de se limiter à une magnitude stellaire en moins et de prendre des clichés plus étendus, ce qui aurait permis à l'heure actuelle de recommencer une seconde carte, qui, par la comparaison avec la première, ménagerait des découvertes vraisemblablement importantes.

OBSERVATIONS D'UCCLE — Juillet 1913



N. B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.
Ces températures extrêmes sont comptées de midi à midi.

Bulletins mensuels du climat de la Belgique

DEUXIÈME SEMESTRE 1913

par **FÉLIX BERTYN**, *de l'Institut royal météorologique*

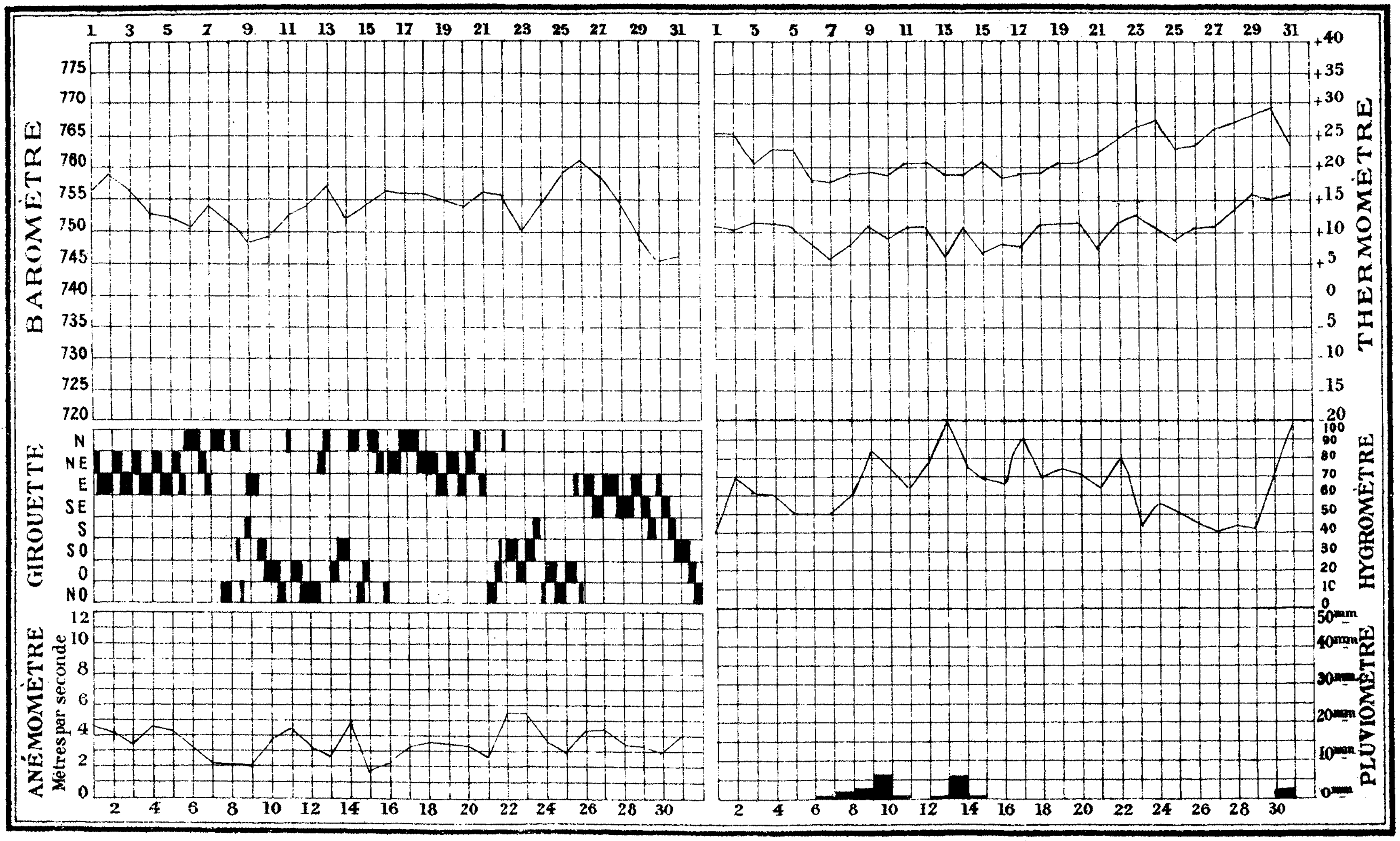
Observations d'Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	Juillet 1913
Hauteur barométrique moyenne à midi . . .	752,9mm	752,9mm
Hauteur barométrique moyenne la plus élevée .	757,4	—
Hauteur barométrique moyenne la plus basse .	748,6	—
Température moyenne du mois	17°6	15°4
Température moyenne la plus élevée	21,0	—
Température moyenne la plus basse	14,6	—
Maximum thermométrique moyen	22,7	19,8
Minimum thermométrique moyen	12 2	10,9
Maximum thermométrique absolu	35,6	27,2
Minimum thermométrique absolu	4,7	5,0
Nombre de jours de gelée .	0	0
— maximum . . .	0	0
— minimum . . .	0	0
Heures de soleil: total normal .	223	—
Heures de soleil: total possible.	—	496
Heures de soleil: total observé .	—	128 ou 26 %
Vents dominants (proportion sur 100)	SW (30), W (23), NW (12), N (8).	N (21), NE (21), NW (20), E (12).
Vitesse moyenne du vent.	3,3	3,7
Plus fort coup de vent . .	—	22 kgs. le 23
Humidité moyenne à midi.	63,4	73,5
Hauteur totale d'eau tombée	79mm	98mm
Hauteur maximum . . .	208	—
— minimum . . .	2	—
Nombre de jours d'eau mesurable.	15	22
Nombre de jours de pluie . .	17	23
Nombre de jours de neige . . .	0	0
Nombre de jours de tonnerre . .	4	3
Nombre de jours de grêle . . .	0,4	0
Nombre de jours de brouillard .	1	4

JUILLET 1913

Dates	UCCLE (100m)			FURNES (5m)			OSTENDE (3m)			MAESEYCK (35m)			LIÉGE (133m)			SPA (280m)			ARLON (442m)		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	14.1	10.0	12.0	15.6	10.8	13.2	14.3	11.2	12.7	15.9	9.5	12.7	13.2	9.0	11.1	12.0	9.0	10.5	15.9	6.2	11.0
2	16.8	10.1	13.4	17.3	11.6	14.4	15.1	12.2	13.6	17.5	10.5	14.0	14.3	9.8	12.0	13.0	8.9	10.9	15.0	8.1	11.5
3	16.0	10.5	13.2	18.0	12.0	15.0	15.9	12.0	13.9	17.5	11.2	14.3	14.4	11.0	12.7	13.0	10.0	11.5	15.9	7.8	11.8
4	16.0	11.3	13.6	16.2	12.0	14.1	14.6	12.6	13.6	23.2	12.0	17.6	17.8	11.6	14.7	17.0	10.5	13.7	16.2	9.8	13.0
5	17.2	11.0	14.1	17.6	11.1	14.3	16.4	12.8	14.6	16.6	11.7	14.1	14.6	12.0	13.3	14.0	11.5	12.7	15.8	10.1	12.9
6	16.0	9.7	12.8	18.5	11.0	14.7	17.3	11.2	14.2	20.2	8.4	14.3	17.0	10.0	13.5	16.0	9.0	12.5	16.2	8.5	12.3
7	16.7	8.8	12.7	19.0	10.4	14.7	16.8	11.5	14.1	18.2	9.2	13.7	13.6	10.5	12.0	13.2	9.8	11.5	13.4	8.5	10.9
8	17.1	**5.0**	11.0	16.7	9.8	13.2	16.1	11.2	13.6	18.6	**5.2**	11.9	15.1	**6.8**	10.9	14.0	**4.0**	9.0	15.7	5.0	10.8
9	18.7	8.5	13.6	19.6	9.2	14.4	18.1	12.3	15.2	19.3	8.4	13.8	16.1	9.5	12.8	15.0	7.5	11.2	15.6	4.6	10.1
10	19.6	9.0	14.3	21.1	10.0	15.5	18.4	10.1	14.2	16.9	7.0	11.9	15.8	9.0	12.4	14.8	7.0	10.9	14.2	8.0	11.1
11	20.8	7.6	14.2	21.2	11.1	16.1	18.1	11.3	14.7	19.1	9.0	14.0	15.4	10.1	12.7	14.0	9.2	11.6	17.1	7.8	12.4
12	23 9	8.4	16.1	24.5	**9.0**	16.7	**21.6**	**7.2**	14.4	24.2	10.0	17.1	20.4	11.1	15.7	20.0	10.0	15.0	21.9	8.2	15.0
13	25.2	11.6	18.4	24.2	12.0	18.1	20.2	13.0	16.6	25.3	11.2	18.2	23.8	11.8	17.8	22.8	9.0	15.9	24.1	9.4	16.7
14	**27.2**	14.8	21.0	**26.7**	12.8	19.7	21.0	13.0	17.0	**29.1**	14.5	21.8	**26.0**	13.7	19.8	**25.0**	8.0	16.5	**26.2**	13.2	19.7
15	20.1	14.4	17.2	20.2	13.0	16.6	17.8	15.4	16.6	20.3	16.3	18.3	17.8	15.6	16.7	17.5	14.0	15.7	16.3	14.4	15.3
16	15.8	13.3	14.5	18.0	13.3	15.6	17.0	14.0	15,5	20.4	14.7	17.5	17.0	13.8	15.4	16.5	13.0	14.7	18.1	10.4	14.2
17	21.8	10.6	16.2	20.0	12.3	16.1	20.3	12.0	16.1	22.6	12.4	17.5	21.0	12.6	16.8	20.0	11.8	15.9	19.4	10.6	15.0
18	15.9	13.3	14.6	18.7	14.0	16.3	17.9	14.2	16.0	16.9	14.3	15.6	16.1	14.0	15.0	16.0	13.0	14.5	15.2	12.7	13.9
19	18.0	13.1	15.5	17.7	13.8	15.7	15.4	14.9	15.1	18.3	14.5	16.4	17.6	14.3	15.9	15.5	12.5	14.0	17.2	12.7	14.9
20	19.3	10.7	15.0	17.7	9.9	13.8	17.3	13.4	15.3	19.6	9.1	14.3	17.2	11.3	14.2	16.0	10.2	13.1	17.2	8.3	12.7
21	17.1	7.3	12.2	18.2	8.1	13.1	17.6	8.9	13.2	19.4	9.0	14.2	17.4	8.8	13.1	16.8	6.5	11.6	16.9	**4.5**	10.7
22	16.2	10.7	13.4	17.0	12.2	14.6	16.6	12.7	14.6	18.4	11.3	14.8	15.3	11.5	13.4	13.0	9.5	11.2	17.0	8.2	12.6
23	17.9	9.8	13.8	17.0	10.8	13.9	16.7	11.5	14.1	17.3	10.6	13.9	14.6	10.1	12.3	13.0	9.0	11.0	12.0	7.7	9.8
24	22.8	9.7	16.2	18.8	11.2	15.0	18.1	12.1	15.1	22.7	8.9	15.8	19.4	9.6	14.5	19.0	8.5	13.7	18.5	8.2	13.3
25	24.7	11.8	18.2	19.0	14.0	16.5	17.8	15.4	16.6	24.8	11.4	18.1	21.2	11.2	16.2	21.0	8.2	14.6	22.2	10.7	16.4
26	22.8	14.4	18.6	17.0	14.5	15.7	16.2	13.5	14.8	23.6	14.5	19.0	20.8	12.8	16.6	20.2	14.0	17.1	22.4	11.9	17.1
27	24.8	13.5	19.1	18.5	14.0	16.2	17.7	15.0	16.3	25.5	13.5	19.5	22.1	13.8	17.9	22.5	11.5	17.0	24.4	11.9	18.1
28	22.5	13.4	17.9	18.3	13.8	16.0	17.0	14.2	15.6	24.0	14.1	19.0	21.1	14.0	17.5	20.0	10.0	15.0	25.9	13.2	19.5
29	20.6	10.9	15.7	19.6	**9.0**	14.3	18.4	11.2	14.8	19.0	9.7	14.3	16.8	11.6	14.2	17.0	11.0	14.0	23.3	9 7	16.5
30	22.3	11.0	16.6	20.6	10.7	15.6	19.2	12.2	15.7	25.0	12.2	18.6	22.1	12.5	17.3	23.5	11.0	17.2	23.2	9.7	16.4
31	25.8	12.4	19.1	25.3	12.0	18.6	**21.6**	13.6	17.6	27.3	10.2	18.7	23.5	11.7	17.6	23.0	9.5	16.2	24.0	10.4	17.2
Moy.	19.8	10.9	15.3	19.3	11.6	15.4	17.6	12.4	15.0	20.9	11.1	16.0	18.0	11.5	14.7	17.2	9.9	13.5	18.6	9.4	14.0

OBSERVATIONS D'UCCLE — Août 1913



N B. La courbe thermométrique supérieure représente la succession des maxima de chaque jour, la courbe inférieure celle des minima.

Observations d'Uccle.

ÉLÉMENTS CLIMATOLOGIQUES	VALEURS NORMALES OU EXTRÊMES	Août 1913
Hauteur barométrique moyenne à midi . . .	752,7mm	753,8mm
Hauteur barométrique moyenne la plus élevée .	756,7	—
Hauteur barométrique moyenne la plus basse .	747,9	—
Température moyenne du mois	17°3	16°5
Température moyenne la plus élevée	20,4	—
Température moyenne la plus basse	14,3	—
Maximum thermométrique moyen	22,2	21,4
Minimum thermométrique moyen	12,2	11,1
Maximum thermométrique absolu	36,1	29,0
Minimum thermométrique absolu	5,6	6,0
Nombre de jours de gelée .	0	0
— maximum . . .	0	0
— minimum . . .	0	0
Heures de soleil — total normal .	218	—
Heures de soleil — total possible.	—	450
Heures de soleil — total observé .	—	187 ou 42 %
Vents dominants (proportion sur 100)	SW (30), W (22), NW (10), S (9).	NE (20), E (19), N (15), NW (13),
Vitesse moyenne du vent .	3,6	3,5
Plus fort coup de vent . .	—	12 kgs. le 4
Humidité moyenne à midi .	66,2	65,1
Hauteur totale d'eau tombée	80mm	28
Hauteur maximum . . .	206	—
Hauteur minimum . . .	18	—
Nombre de jours d'eau mesurable.	16	10
Nombre de jours de pluie . . .	17	17
Nombre de jours de neige . . .	0	0
Nombre de jours de tonnerre . .	4	8
Nombre de jours de grêle . . .	0,3	1
Nombre de jours de brouillard .	3	4

AOUT 1913

Dates	UCCLE (100m)			FURNES (5m)			OSTENDE (3m)			MAESEYCK (35m)			LIÉGE (133m)			SPA (280m)			ARLON (442m)		
	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	25.2	11.5	18.3	26.9	13.9	20.4	20.0	15.4	17.7	28.1	10.6	19.3	23.2	11.3	17.2	23.5	9.6	16.5	23.3	10.9	17.1
2	20.7	11.1	15.9	18.9	12.2	15.5	17.7	13.8	15.7	23.9	10.4	17.1	17.2	12.5	14.8	16.0	10.0	13.0	20.2	10.2	15.2
3	22.1	12.0	17.0	22.0	11.0	16.5	18.7	13.2	15.9	22.3	13.6	17.9	21.5	11.5	16.5	21.4	13.0	17.2	23.0	8.1	15.5
4	22.8	12.1	17.4	20.3	12.6	16.4	18.9	12.4	15.6	23.2	10.4	16.8	22.1	11.9	17.0	21.8	9.0	15.4	**27.2**	12.8	20.0
5	18.5	10.8	14.6	18.8	12.0	15.4	17.5	12.4	14.9	20.3	8.6	14.4	16.4	12.0	14.2	15.0	11.6	13.3	18.8	11.0	14.9
6	18.2	8.7	13.4	18.8	8.0	13.4	17.1	10.0	13.5	18.4	7.4	12.9	15.4	9.3	12.3	15.5	**4.0**	9.7	17.6	8.1	12.8
7	18.0	**6.0**	12.0	19.8	9.8	14.8	17.1	12.5	14.8	18.2	**5.5**	11.8	16.8	8.6	12.7	14.8	6.0	10.4	17.2	**5.1**	11.1
8	19.7	7.9	13.8	19.5	10.5	15.0	18.4	10.8	14.6	19.9	7.1	13.5	18.8	**7.4**	13.1	17.0	**4.0**	10.5	19.2	6.6	12.9
9	17.7	10.6	14.1	19.8	**7.8**	13.8	18.6	10.3	14.4	17.1	10.9	14.0	15.0	10.8	12.9	15.0	10.0	12.5	16.7	9.5	13.1
10	19.0	9.9	14.4	20.1	9.0	14.5	18.9	**8.1**	13.5	19.5	9.1	14.3	17.4	11.1	14.2	16.0	9.0	12.5	17.6	8.7	13.1
11	20.9	10.1	15.5	22.9	11.1	17.0	20.7	11.4	16.0	21.5	10.2	15.8	20.3	11.5	15.9	19.5	9.2	14.3	21.2	9.7	15.4
12	21.0	10.7	15.8	18.3	9.7	14.0	18.1	9.6	13.8	19.2	10.4	14.8	19.6	10.0	14.8	19.0	7.6	13.3	20.7	10.2	15.4
13	15.4	6.9	11.1	19.5	8.2	13.8	18.9	10.4	14.6	16.7	6.5	11.6	15.2	9.2	12.2	18.5	8.0	13.2	16.2	6.6	11.4
14	20.4	10.8	15.6	19.6	11.2	15.4	18.9	11.4	15.1	20.0	11.8	15.9	18.6	12.5	15.5	18.0	11.6	14.8	19.2	10.1	14.6
15	18.9	7.4	13.1	20.0	12.7	16.3	18.3	14.8	16.5	19.3	9.5	14.4	16.0	11.7	13.8	15.0	11.0	13.0	17.2	6.6	11.9
16	18.6	8.8	13.7	21.3	9.8	15.5	18.8	12.0	15.4	19.3	7.0	13.1	16.9	9.2	13.0	16.0	6.7	11.3	18.2	6.6	12.4
17	18.9	8.2	13.5	20.0	9.0	14.5	18.3	14.0	16.1	21.5	9.7	15.6	18.6	11.2	14.9	16.8	8.0	12.4	16.0	7.0	11.5
18	20.9	12.1	16.5	20.3	13.8	17.0	19.5	14.7	17.1	18.9	12.1	15.5	18.6	11.6	15.1	18.0	10.0	14.0	20.9	9.7	15.3
19	17.7	12.5	15.1	16.2	13.1	14.6	16.1	13.5	14.8	19.3	10.3	14.8	18.4	12.8	15.6	17.6	12.0	14.8	22.0	10.4	16.2
20	20.4	12.8	16.6	17.2	13.9	15.5	17.3	14.1	15.7	19.1	11.7	15.4	18.2	12.6	15.4	17.0	8.2	12.6	20.9	11.2	16.0
21	22.3	8.3	15.3	22.7	8.5	15.6	20.7	13.8	17.2	19.1	10.5	14.8	19.8	12.0	15.9	18.9	9.0	13.9	20.4	8.9	14.6
22	21.9	12.0	16.9	23.0	13.2	18.1	22.3	15.0	18.6	22.7	10.4	16.5	23.5	12.2	17.8	22.0	8.2	15.1	22.7	9.7	16.2
23	26.3	13.5	19.9	24.6	11.4	18.0	24.9	12.5	18.7	26.7	10.6	18.6	26.5	13.5	20.0	25.6	12.0	18.8	25.6	10.5	18.0
24	21.9	11.0	16.4	20.6	9.6	15.1	20.2	9.4	14.8	23.0	10.6	16.8	21.5	12.3	16.9	21.0	9.0	15.0	22.9	11.2	17.0
25	22.5	9.9	16.2	22.0	9.6	15.8	24.6	9.3	16.9	22.2	9.0	15.6	20.0	11.2	15.6	20.0	6.8	13.4	22.4	6.7	14.5
26	24.3	11.7	18.0	26.0	9.6	17.8	24.3	12.6	18.4	23.1	9.1	16.1	23.0	8.8	15.9	23.5	6.0	14.7	23.8	9.4	16.6
27	26.1	12.8	19.4	27.8	9.4	18.6	26.8	13.5	20.1	24.8	8.5	16.6	24.6	10.8	17.7	25.0	10.0	17.5	25.0	10.4	17.7
28	28.4	14.3	21.3	**30.0**	12.2	21.1	**29.6**	14.3	21.9	26.4	10.1	18.2	26.8	10.8	18.8	26.8	12.0	19.4	27.1	11.0	19.0
29	**29.0**	16.8	22.9	28.1	14.5	21.3	29.0	16.4	22.7	**28.3**	11.4	19.8	**27.2**	15.8	21.5	**26.8**	16.5	21.5	26.2	13.1	19.6
30	25.3	15.4	20.3	23.2	14.0	18.6	23.0	15.6	19.3	24.5	13.8	19.1	23.2	16.0	19.6	24.0	17.0	20.5	23.2	14.2	18.7
31	19.1	16.0	17.5	19.1	13.8	16.4	20.0	17.6	18.8	20.9	15.4	18.1	20.5	16.0	18.2	18.0	15.5	16.7	20.4	13.1	16.7
Moy.	21.4	11.1	16.2	21.5	11.1	16.3	20.4	12.7	16.6	21.5	10.1	15.8	20.0	11.6	15.8	19.4	9.7	14.6	21.1	9.6	15.3

BULLETIN MAGNÉTIQUE

Octobre 1913.

3.—De 20 h. 3/4 à 23 h., des rapides pulsations.

4-11.—Perturbations qui commencent brusquement dès les dernières heures du 4. Plus grandes variations : D, le 7 vers 19 h. 1/2 (— 8',6); H, le 6 à 3 h. (+ 0,00032); Z, le 7 à 19 h. 1/2 (+ 0,00020).

12.—D, à 20 h. 3/4, onde (— 5',1); H, de 11 h. à 13 h., onde (—0,00012); de 18 h. à 24 h., quelques ondes, à 20 h. 3/4 (+ 0,00012); Z, à 20 h. 3/4, onde (+ 0,00012).

13.—A 17 h. 1/2, onde, D (— 4',1); H (+ 0,00010); Z (+ 0,00009); à 20 h. 1/2, onde, D (— 2'); H (+ 0 00012); Z (+ 0,00009).

14.—A 23 h. 1/2, onde, H (+ 0 00012); Z (+ 0,00009).

15.—De 19 h. à 23 h., quelques ondes. Plus grandes valeurs : D, à 20 h. 3/4 (— 2'); H, à 20 h 1/4 (— 0,00012).

16.—De 20 h. à 24 h., plusieurs ondes Plus grandes valeurs : D, à 22 h. 1/4 (— 2',8); Z, à 22 h. 1/4 (+ 0,0009).

18-19.—Perturbations quelque peu remarquable. Plus grande variation le 18 : D, vers 22 h. 1/4 (— 6',1); H, vers 19 h. 3/4 (— 0,00057); Z, à 22 h. (+ 0,00020).

20.—De 4 h. à 20 h., quelques ondes. Plus grandes valeurs : D, à 18 h. 1/4 (— 3',2); H, vers 9 h. 1/4 (— 0,00016); Z, à 4 h. 3/4 (+ 0,0006).

21.—A 1 h., onde : H (+ 0,00014); Z (+ 0,00008).

22.—A 21 h. 1/4, onde : D (— 2',1); Z (+ 0,00009).

25.—De 21 h. à 24 h., plusieurs ondes : D, à 23 h. 1/4 (— 4'); H, vers 23 h. 3/4 (— 0,00017); Z, vers 23 h. (+ 0,00007).

27.—De 17 h. à 21 h., quelques légères ondes. Plus grande valeur à 18 h. : H (+ 0,00010); Z (+ 0,00008).

30-31.—Dès les dernières heures du 30 aux premières heures du 31, perturbations. Plus grandes variations : D, le 30 à 23 h. 1/4 (— 4',1), le 31 à 0 h. 3/4, H (+ 0,00032); Z (+ 0,00018). Vers 23 h., onde, H (+ 0,00014); Z (+ 0,0007).

J.-B. ORTEGA, S. J.
Directeur de la Section magnétique
(Observatoire de l'Ebre.)

BULLETIN SISMIQUE

Novembre 1913.

Les graphiques obtenus ont été plutôt nombreux (17), quoique pour la plupart moins importants; ils sont en outre gâtés presque tous par les barosismes et par des ondes irrégulières, parfois assez amples, dues aux coups de vent très fréquents pendant une grande partie du mois qui s'est fait remarquer par sa sécheresse extrême et la splendide beauté de ses nuits.

Les télésismes sont au nombre de 7; le reste sont des plésiosismes provenant du même foyer, situé tout près de la ville de Huescar (Pr. de Grenade), à 110 kilo-

No XI (Novembre 1913).

Nos d'ordre	DATES	Composantes	Instruments	Intensité	COMMENCEMENT DE P	COMMENCEMENT DE S	COMMENCEMENT DE L	MAXIMUM Heure	MAXIMUM A	MAXIMUM T	C Heure	C T	Fin du mouvement	OBSERVATIONS
					h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	μ	s.	h. m. s.	s.	h. m.	
138	4	ENE	Bif.	I*u*	*e*9-47-13	*e*9-57-17	—	—	—	—			—	△ = 8870 kilomètres. Bar.
139	»	»	»	»	*e*10-19- 5*	*e*10-29-10	10-37	10-44,3	20	21			11 1/2	» = 8900 » (*) Cartuja vertical.
140	6	»	»	»	*i*10-44-39	11- 0-59?	11-25	—	—	—			12 *ca*	Max. extrêmement faible.
								22-34,3	100	39				
141	10-11	»	»	»	*i*(21-32-35)	?	22-14	22-37,8	60	24			1	
								22-56,8	45	17				
142	15	»	»	»	—	—	*e*6-39	6-55,0	30	24			7 1/2	
143								7- 6,5	20	21				
	19	»	»	»	3-39-52	3-50-18	4-13	4-25,8	50	31			5-40	△ = 9310 kilomètres.
								4-30,8	40	18				
144	23	»	»	»	—	*i*20-42-23?	20-58	21- 8,5	60	28			22	
								21-11,9	40	17				
145	25	NNW	»	I*v*	*e*2-27-29	—	2-27-43	2-27-54	3	1,5			—	» = 108 kilomètres.
146	»	»	»	»	—	—	2-28-26	2-28-44	2 1/2	»			2-29,6	
147	»	»	»	»	—	—	(5-50,1)	-	1/2	»			5-51,4	
148	»	»	»	»	—	—	7-42,7	7-43,1	0,8	»			7-44,0	
149	»	»	»	»	*e*23- 7-42	—	23- 7-55	23- 8- 7	2	»			23-10,4	» = 100 »
								23- 8-34	»	»				
150	26	»	»	»	*e*12- 8-38	—	12- 8-52	12- 9- 1	1	»			—	» = 108 »
151	»	»	»	»	—	—	12- 9-22	12- 9-34	1 1/2	»			—	
152	»	»	»	»	—	—	12-10- 1	12-10-20	2	»			12-11,4	
153	27	»	»	»	*e*12-44-19	—	12-44-29	12-44-32	2	1			12-46,5	
								12-44-44	3	2				
154	»	»	»	»	*e*17-15- 5	—	17-15-17	17-15-22	1/2	1			17-16,6	

mètres environ au NE. de notre station sismologique sur la rive droite du Gardal, un des affluents du Guadalquivir. La position de la ville sur une plaine diluviale, entourée par des collines formées par des lambeaux de terrains d'âges géologiques très divers et à moins de 30 kilomètres du sommet le plus élevé de La Sagra (2,400 mètres), est très propice aux sismes que l'on pourrait appeler de *rajustement.*

Le chiffre des secousses ressenties dépasse une vingtaine; quelques-unes ont été sévères, sans pourtant être destructrices. Il y a eu de la panique et nous avons cru devoir rassurer le maire de Huescar qui nous avait télégraphié, en lui disant la grande probabilité que ces tremblements de terre seraient plus nombreux et plus gênants que dangereux, semblables en celà à l'essaim de sismes ressenti en 1863 à quelques 50 kilomètres à l'ESE. de Huescar, surtout à Huercal-Overa et Cuevas de Veva comme aussi aux essaims du Vogtland, etc...

Le caractère spécial de ces sismes est la faible extension de leur aire macrosismique; même à 5 kilomètres de Huercal, on n'a ressenti que les plus forts de la série, et ceux-ci faiblement, ce qui est en parfait accord avec les graphiques insignifiants ou peu s'en faut, malgré le voisinage du foyer et l'énorme grossissement (500 fois) du Cartuja vertical, avec un *frottement* = *r* = 0,28 milligramme.

Le bifilaire ENE. porte les traces indubitables de trois d'entre eux, mais si faibles qu'elles auraient échappé presque sûrement à un examen moins attentif ou fait par une personne non prévenue de leur existence à des heures connues d'avance.

D'après les documents de la presse journalière que nous avons pu consulter, il y aurait eu en novembre un tremblement de terre destructeur dans la province d'Apurimac (Pérou); il aurait produit d'immensesdégâts et, ce qui est plus déplorable, fait quelques 250 victimes. N'ayant pas reçu encore de renseignements quelque peu complets sur l'heure et la date de cet événement, nous n'osons déterminer le graphique correspondant, d'autant plus que ceux-ci sont peu lisibles. En tout cas, on doit avoir à faire à un sisme d'aire plutôt restreinte et caractérisé par la rapidité du rythme de ses ondes dans l'aire pléistosiste, d'où leur grande absorption et l'insignifiance des graphiques dans les stations sismologiques distantes de quelques 9 000 à 11 000 kilomètres, ce qui serait donc le cas pour les stations européennes.

EMM. Mª S. NAVARRO NEUMANN, S. J.,
Directeur de la section magnétique.
de Cartuja (Grenade).

Note

Réglementation de la T. S. F.—L'arrêté royal réglementant l'établissement de postes de T. S. F., annoncé depuis plusieurs semaines par les journaux, vient d'être publié (*Mon.* des 15-16 déc. 1913, p. 8541).

Nous n'en discuterons pas toutes les dispositions, mais comme certains lecteurs pourraient se demander quel sera désormais le sort réservé aux nombreux appareils récepteurs aujourd'hui si répandus, nous croyons utile de leur exposer notre sentiment à cet égard.

On sait que l'article 2 de la loi du 10 juillet 1908, sur la radio télégraphie, stipule :

« Sur le territoire belge ou à bord d'un navire ou bateau belge, nul ne peut, sans » autorisation préalable du gouvernement, établir, faire ou laisser établir ou fonc- » tionner des appareils à radiations électriques susceptibles de servir ou de nuire à » la correspondance. »

D'autre part, l'article 1er du nouvel arrêté royal dit :

« Sur le territoire belge et à bord des navires ou bateaux belges, tout projet » quelconque d'installation d'appareils à radiations électriques, susceptibles de » servir ou de nuire à la transmission ou à la réception des signaux radiotélégra- » phiques ou radiotéléphoniques, de même que tout projet de modification dans » l'emplacement, la composition ou l'affectation d'une installation régulièrement » autorisée, doit être soumis au département de la marine, des postes et des télé- » graphes, préalablement à toute mesure pouvant être considérée comme un com- » mencement d'exécution. »

Remarquons les mots : *à la transmission ou à la réception des signaux*, car ceci est du neuf, et nous permet d'établir un dilemme :

De deux choses l'une :

Ou bien, l'article 2 de la loi s'applique même aux appareils uniquement récepteurs, ou bien il ne s'y applique pas.

Dans la première hypothèse, le texte de l'arrêté s'adapte au texte de la loi et la situation n'est en rien modifiée. L'application de la loi est organisée; voilà tout.

Tout poste quelconque— même récepteur— doit être autorisé. S'il a été installé antérieurement à l'arrêté, et sans autorisation, c'est par pure tolérance et à raison de l'absence de cet arrêté. Les dispositions de ce dernier lui deviennent donc applicables, dès qu'elles existent.

Telle est, à n'en pas douter, la thèse de l'administration des postes et télégraphes.

Si cette thèse est exacte, la disposition de l'arrêté, subordonnant l'établissement d'un appareil récepteur à l'autorisation, fait double emploi avec ce que dit la loi; elle est, dès lors, sans utilité.

Cette thèse, ne l'oublions pas, présuppose *que l'article 2 concerne même l'appareil exclusivement récepteur; mais cette prémisse reste douteuse aussi longtemps que les tribunaux n'ont pas parlé.*

Or, l'administration n'a pas réussi à faire consacrer son interprétation du texte par les tribunaux, à une époque où la nécessité d'un arrêté royal, organisant la loi, ne lui était pas encore apparue.

Pourquoi, au surplus, l'arrêté spécifie-t-il par deux fois (art. 1er et art. 5) « *à la transmission ou à la réception* », alors que ces mots ne figurent pas dans la loi?

Si au contraire, l'article 2 de la loi ne vise pas les simples récepteurs, l'arrêté royal complète la loi, en tant qu'il impose ici l'autorisation préalable.

Dans ces conditions, l'arrêté s'étend au delà du cadre de la loi, il y ajoute, et devient, de par ce fait, *illégal*. Les tribunaux doivent éventuellement se refuser à en faire l'application. L'article 107 de la Constitution dit en effet :

« Les Cours et tribunaux n'appliqueront les arrêtés et règlements généraux pro- » vinciaux et locaux, qu'autant qu'ils seront conformes aux lois. »

Une loi ne peut être modifiée que par une autre loi.

Dans ce cas, l'arrêté en question ne présenterait plus aucun intérêt pour le possesseur d'un récepteur de T. S. F., puisque, sur le point qui nous concerne, il serait dépourvu de toute efficacité.

En résumé donc :

Puisqu'il n'appartient pas à l'administration de se substituer au législateur pour modifier la loi, ni aux tribunaux pour interpréter le texte de la loi, le particulier qui s'occupe de T. S. F. ne doit s'inquiéter, en matière d'autorisation, que de l'article 2 de la loi de 1908, et attendre une décision judiciaire.

Aussi longtemps que les tribunaux n'auront pas dit le contraire, il peut se prévaloir des termes de l'article 2 quels que soient d'ailleurs les termes de l'arrêté royal. Ce dernier ne peut être, en effet, que l'organisation de la loi, ou il n'est rien.

Gand, le 17 décembre 1913.

M.-L. VANDEVYVER,
Avocat à la Cour d'appel.

Bibliographie

British Rainfall, 1912, by HUGH ROBERT MILL, director of the British Rainfall organisation, assisted by CARLE SALTER, chief assistent.

Ce livre annuel est le cinquante-deuxième de la série.

A côté des tableaux résumant les données recueillies par les 5,272 observateurs éparpillés dans la Grande-Bretagne et l'Irlande, on trouve des articles ayant pour objet l'examen d'un certain nombre de phénomènes qui ont marqué l'année 1912 aux îles Britanniques.

L'un des principaux est sans contredit la grande tempête des 25 et 26 août, au cours de laquelle, dans l'Angleterre orientale, les pluies ont atteint des proportions dépassant celles de toutes les tempêtes antérieurement survenues aux îles Britanniques. Ce fait a particulièrement retenu l'attention de l'auteur : c'est la quatrième fois qu'il en parle dans les publications anglaises (1). L'article qu'il y consacre dans *British Rainfall* est illustré par une carte en couleurs de la région qui a été la plus éprouvée.

Les lecteurs de *Ciel et Terre* se rappellent que nous les avons déjà entretenus de ce phénomène (2).

Mais 1912 est encore remarquable par quelque chose de plus général, c'est la pluviosité de son été ; celle-ci dépasse le maximum constaté au cours de ces cinquante dernières années et qui appartenait auparavant à 1879.

Vient ensuite la note habituelle relative aux observations de l'évaporation.

---

(1) Dr HUGH ROBERT MILL. « Unprecedented rainfall in East anglia, August 25-26 th., 1912 », *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. XXXIX, n° 165, January 1913 ; *Symons's Meteorological Magazine*, september 1912, pp. 153-161 ; december 1912, p. 217 ; « The great rain storm of August 25-26th. 1912 », *British Rainfall*, 1912, pp. 28-47.

(2) F. BERTYN, « Les précipitations des 24-26 août 1912 », *Ciel et Terre*, 1913, pp. 190-192 ; *Cosmos*, 14 août 1913, p. 170.

Après cela, un article décrit en détail les changements qui se sont produits dans le réseau des observateurs en 1912. Le nombre total des stations et, par conséquent, des observations imprimées dans *British Rainfall*, s'élève à 5,272 !

Si nous prenons pour superficie des îles Britanniques 315,000 kilomètres carrés, nous trouvons qu'il existe un observateur par 60 kilomètres carrés.

Parmi les *observer's notes* nous ne pouvons nous empêcher de signaler une relation d'un remarquable verglas qui a caractérisé la journée du 17 janvier. Quelques-uns de ses plus beaux effets nous sont conservés — pour autant que faire se peut !— sur une photographie magnifique qui forme comme le frontispice de l'ouvrage.

Ce verglas a été observé en Belgique le 18 janvier et décrit dans *Ciel et Terre* (1).

British Rainfall nous apprend ensuite que deux mois en particulier ont été remarquables, en 1912, sous le rapport de l'eau tombée : ce sont avril et août. Avril 1912 n'a eu que $8^{mm}9$ dans toute l'Angleterre et tout le pays de Galles, et il partage avec avril 1893 la faveur d'être le mois de ce nom le plus sec dans les cinquante dernières années.

Quant au mois d'août, il a été très pluvieux. Il a reçu $174^{mm}2$ d'eau et cette quantité dépasse de plus de 25 millimètres celle du mois d'août le plus riche en pluie jusque-là.

Signalons en passant que les mois d'avril et d'août ont présenté la même anomalie en Belgique.

Si nous envisageons les six mois qui vont d'octobre 1911 à mars 1912, nous voyons que leur pluie est également très remarquable, qu'elle excède de 150 p. c. la moyenne dans le sud de l'Angleterre et du pays de Galles. Elle atteint 180 p. c. de cette moyenne dans le Monmouthshire.

En 1912, durant les six mois d'été, la pluie a également atteint 180 p. c. de la moyenne dans le Norfolk.

L'ouvrage contient aussi une comparaison de la quantité annuelle de pluie avec la moyenne. Cette partie est illustrée par une carte en couleurs montrant l'eau tombée dans différentes régions des îles Britanniques, et exprimée en pourcentage de la quantité moyenne.

Il est hautement intéressant de suivre sur cette carte un lambeau de territoire où la pluie a été extrêmement copieuse et qui occupe le sud-ouest, le centre et l'est de l'Angleterre. A l'intérieur de cette partie du pays, il y a une grande surface où il est tombé au delà de 30 p. c. de plus que la moyenne annuelle et trois foyers avec un excès de plus de 40 p. c

Voici le pourcentage de pluie par rapport à la moyenne dans les grandes divisions du Royaume-Uni : Angleterre, 123 ; pays de Galles, 119 ; Angleterre et pays de Galles, 122 ; Ecosse, 111 ; Irlande, 108 ; Iles Britanniques, 115.

Dans son ensemble, l'année 1912 a été pluvieuse. Et il n'est pas sans intérêt de constater que les années 1910-1912 constituent la huitième période triennale successive, dans laquelle la troisième année est gratifiée en Angleterre et dans le pays de Galles d'un total d'eau tombée plus grand que chacune des deux années précédentes, quoique en l'occurrence pour la première fois les deux années qui précèdent n'ont pas été toutes deux sèches.

FÉLIX BERTYN.

(1) F. BERTYN, « Le verglas du 18 janvier 1912 », *Ciel et Terre*, 1912, pp. 270-273.